ANATOMIE

DES

SYSTÈMES NERVEUX

DES ANIMAUX A VERTÈBRES,

APPLIQUÉE

A LA PHYSIOLOGIE ET A LA ZOOLOGIE.

OUVRAGE DONT LA PARTIE PHYSIOLOGIQUE EST FAITE CONJOINTEMENT AVEC

F. MAGENDIE,

MEMBRE DE L'INSTITUT DE FRANCE,

PAR A. DESMOULINS, DOCTEUR EN MÉDECINE.

Res, non verba.

PREMIÈRE PARTIE.

A PARIS,

CHEZ MÉQUIGNON-MARVIS, LIBRAIRE-ÉDITEUR,

RUE DU JARDINET, N° 13,

QUARTIER DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE.

1825.



A LA PERPÉTUELLE

MÉMOIRE

D'ANTOINE DESMOULINS,

MON PÈRE;

ET DE CELUI QUI FUT MON SECOND PÈRE,

DE F. THÉODORE DESMOULINS,

MON JEUNE FRÈRE:

POUR LES EXEMPLES DE VERTU ET DE COURAGE

QU'ILS M'ONT DONNÉS;

A. DESMOULINS.

PRÉFACE.

A M. le Baron DES GENETTES,

médecin en chef de l'armée d'Italie, de l'armée d'Égypte; et de la grande-armée, en Allemagne, en Prusse, en Pologne, en Autriche, en Espagne, et en Russie.

Monsieur le Baron,

Devant donner à un public formé de savants de tous les pays, quelques explications sur l'esprit, les motifs et le but de mon ouvrage, puis-je offrir une meilleure garantie de ma bonne foi que les auspices de votre nom, vous, que ce qu'il y a de plus distingué en Europe connaît personnellement d'une manière si honorable ; vous, dont les droits à la reconnaissance de tous les peuples, furent déclarés par un ukaze de l'empereur Alexandre, au milieu même des fureurs d'une guerre nationale.

C'est à ce titre, Monsieur, encore plus qu'à celui du seul de mes maîtres qui se soit constamment intéressé à mes travaux, et qui m'ait toujours montré une paternelle affection, que je vous prie de vouloir bien agréer cette préface.

J'aurai souvent à contredire, et des opinions dont quelques-unes passent pour des principes, et des hommes qui font autorité, soit par leur position, soit même par de véritables services rendus aux sciences. Mais, avant qu'un éloquent académicien eût dit dernièrement, qu'il faut écrire avec sa conscience, en présence de Dieu, dans l'intérêt de la vérité; je l'avais déjà fait dans ce livre.

On aime à rattacher ses connaissances à des idées d'unité, parce qu'elles soulagent la faiblesse de l'esprit, dispensent d'être attentif à des rapports trop compliqués, et atténuent la nécessité laborieuse de l'observation et de l'expérience. Ces idées, plus commodes à la spéculation, sont aussi plus

flatteuses à l'imagination. L'histoire de la philosophie et celle des sciences les montrent plus nombreuses et plus dominantes dans les seiècles d'ignorance et de confusion; et ce n'est pas sans une sévère observation sur soi-même, que l'on se préserve de leur entraînement. Ainsi le plus grand des astronomes, avant Newton, Huyghens, découvre un satellite de Saturne. Cette découverte égalait le nombre des satellites à celui des planètes alors connues. Huyghens, jugeant cette égalité nécessaire à l'harmonie du système du monde, osa presque affirmer qu'il ne restait plus de satellites à découvrir; et, peu d'années après, Casssini en reconnut quatre nouveaux à la même planète (1).

Presque toujours aussi dans les sciences naturelles, on a prématurément conçu ces idées d'unité, en anticipant sur les faits, par une sorte de divination, et par conséquent au hasard. Aussi, leur application a-

(1) La Place, *Exposition du syst. du monde*, liv. 5, chap. 18.

t-elle été rarement heureuse. Mais, en vain étaient-elles éclipsées par des observations ou des expériences nouvelles. Au lieu de se soumettre à la nécessité de rassembler le plus de faits possible, jusqu'à ce qu'un phénomène ou un rapport toujours constant et commun à tous, leur servît de lien mutuel et de loi, on continuait de se restreindre aux rapports de quelques faits constituant une assez petite fraction de l'ensemble qu'on aurait dû examiner. On a même vu des esprits contemplatifs, suivant une route aussi contraire à celle de l'observation et de l'expérience, qu'à la méthode des inductions qui en dérive, se placer à la source de tout, comme si tout commençait, et imaginer des causes générales, pour tout expliquer et tout régir.

Ainsi, par exemple, on était convenu, en anatomie, sans trop savoir pourquoi, puisque l'idée ne portait sur aucune démonstration ni sur l'évidence, que la composition matérielle de l'organe excitateur des sensations et des mouvements, ou, en d'autres termes, du système cérébro-spinal, était

constamment identique; qu'il en était de même du mécanisme de sa réunion avec les nerfs; et, enfin, que le nombre de ses parties était aussi constamment uniforme. De ces trois suppositions, deux étaient pourtant contradictoires entre elles. Car, dans l'une, on admet l'unité de composition moléculaire du système, à cause de la similitude de nature de ses phénomènes; et dans l'autre, on admet l'unité de nombre des parties du système, nonobstant la diversité spécifique et numérique de ses phénomènes, selon les animaux observés. La troisième supposition était toute gratuite, et tenait seulement à ce qu'on n'avait encore observé qu'un seul mécanisme dans l'union du système cérébro-spinal avec les systèmes nerveux latéraux. Et comme cette observation avait été faite sur l'homme, où l'on supposait accomplies toutes les perfections possibles de l'organisation, on en concluait que le mécanisme de ses organes nerveux devait se retrouver, en tout ou en partie, dans tous les autres animaux. On ne se bornait pas à faire cette supposition :

on essayait de la réaliser fictivement, dans tels ou tels animaux, qu'on allait jusqu'à citer; et l'on ne manquait pas d'appuyer tout cela sur des principes et des autorités.

Mais dans les sciences on ne juge pas toujours, ainsi qu'ailleurs, les faits par les principes. Viennent des hommes qui jugent les principes par les faits, et pour qui les autorités ne sont que des témoignages à juger, et non des preuves qu'il faut admettre. Ils confrontent ces autorités avec la nature, et, si elles ne lui sont pas conformes, ils les rejettent et les font rejeter. Ainsi Galilée sut démontrer et osa proclamer cette contradiction des croyances avec les faits, et, malgré l'inquisition, ses cachots et les pédants, il émancipa l'entendement humain de la tutelle théologique et scholastique qui le condamnait à vieillir dans une éternelle minorité.

Avant lui tout phénomène qui contrariait un dogme, un principe, était rejeté comme mal observé ou faux. L'autorité imposait, à tout ce qui pouvait être observé par hasard, ou découvert par recherche, l'o-

bligation de confirmer des croyances admises sur parole et respectées par habitude. Mais Galilée, en physique, et, plus tard, Bayle, en histoire, soumirent tout à l'examen et à l'expérience. Dès-lors, on se désabusa de la réalité des êtres métaphysiques, l'on mit en question toutes ces décisions jusqu'alors données pour lois à la pensée. Le règne des idées déclina, celui des faits s'éleva, et les ténèbres du moyen âge commencèrent à s'éclaircir.

Mais par l'isolement où la médecine restait des sciences à cause du préjugé que les lois physiques sont contraires à celles de la vie, le moyen âge durait encore pour elle. Ce n'est que tout-à-l'heure que la physiologie a eu son Galilée ; l'anatomie attend le sien. Quant à la médecine proprement dite, pour la plupart elle n'est encore qu'un métier.

Vingt ans à peine se sont écoulés depuis que le fatras des connaissances anatomiques a été débrouillé. De l'ordre fut mis alors dans ce chaos par l'Anatomie générale de Bichat, et par les Leçons d'anatomie com-

PARÉE. Auparavant, cet amas informe de descriptions incohérentes était si fatigant pour l'esprit, que l'un des auteurs de ces descriptions disait que pour savoir l'anatomie, il fallait l'avoir oubliée six fois. Ces paroles aussi vraies que singulières prouvent assez que l'anatomie n'était pas alors une science. Ce nom n'appartient qu'à un ensemble suffisant de faits convenablement ordonnés, et tous déduisibles les uns des autres, ou liés entre eux par des connexions constantes. C'est l'enchaînement de ces déductions, de ces connexions, qui fixe les faits dans l'esprit. Avant d'avoir ce caractère, les connaissances humaines, si bien classées qu'elles soient, ne sont que des catalogues et des inventaires de faits isolés, de phrases descriptives, dont il est impossible de déduire, comme conséquence, l'expression générale d'aucun fait primitif ou commun, c'est-à-dire d'aucun principe. Car les principes ne sont que des conséquences.

Or, il est vrai de dire que les deux ouvrages cités ne sont que des inventaires.

Et que l'on ne croie pas que la déduction des principes sorte nécessairement de tout rassemblement de faits un peu nombreux. Pour n'être pas stérile en résultats scientifiques, leur description et leur classement doivent être assujettis à un certain ordre. Il est vrai que cet ordre, qui n'est pas arbitraire, et qui lui-même est un fait, n'est pas toujours facile à apercevoir et à suivre ; car, dans plus d'un système de faits, il n'a été trouvé qu'après des siècles de tâtonnements malheureux. Mais, que la découverte de cet ordre soit l'œuvre du génie ou le fruit du hasard, il n'en est pas moins vrai que la distribution méthodique des faits est indispensable pour en calculer la valeur et en déduire les conséquences qui mènent aux principes.

Or, jusqu'à cette époque on savait bien que le corps de l'homme et des animaux vertébrés est formé de nerfs, de muscles, d'os, etc. ; mais on ignorait les propriétés générales et particulières de ces nerfs, de ces muscles, dans tous les cas, et à toutes les périodes de leur existence. On ne pouvait

donc guère avoir d'idées justes sur les usages de ces parties et sur leurs influences mutuelles. Aussi, masque-t-on encore son ignorance, à cet égard, avec des fables, où figurent certaines puissances occultes et imaginaires, que l'on espère pourtant conjurer par des espèces de formules magiques, où toutes sortes de substances sont amalgamées au hasard. Tel est, en grande partie, le traitement des maladies nerveuses.

Après la mort de Bichat, tantôt noyée sous un déluge de détails incohérents et stériles, tantôt obscurcie par les nuages d'une métaphysique cosmogonique où des subtilités et des jeux de mots sont pris pour des choses, l'anatomie s'arrêta. Le système des monographies recommença, et fit craindre le retour de cet encombrement d'inutilités dont Bichat l'avait sauvé. L'imagination s'effraie quand on songe qu'Andersch a consacré à décrire les seuls nerfs cardiaques de l'homme, le tiers de l'espace qu'occupe l'anatomie générale de Bichat; et que Meckel en a consacré autant à

la cinquième paire (voyez LUDWIG SCRIP. NEVROL MIN.). Aujourd'hui même on aura une anatomie du hanneton, aussi volumineuse que celle de l'homme. Miracle de patience renouvelé de Lyonnet!

Dans l'histoire des ossements fossiles M. le baron Cuvier a publié d'exactes et complètes monographies du squelette des mammifères et des reptiles. Il a, par leurs applications, réformé la zoologie vivante, et tiré du néant une zoologie souterraine, naguère inconnue, dont les êtres lui doivent pour ainsi dire une seconde création. Mais les relations du nombre, des formes et du groupement des os, avec les phénomènes sensitifs et mécaniques dont la combinaison constitue la personnalité de chaque animal, sont demeurées négligées. C'est cette omission et ce besoin de la science que j'ai essayé de remplir dans le premier livre de cet ouvrage.

Dans la seconde moitié de la période commencée par Bichat, une véritable théorie déduite de l'expérience sur les animaux vivants, avait été donnée à la physiologie.

Tous les systèmes imaginés sur le mécanisme du corps humain, renversés par elle, s'étaient soulevés contre toute application de ces expériences à l'homme. On objectait une différence de nature entre l'organisation de ces animaux et la sienne. Et la plupart des médecins, à peu près étrangers à l'anatomie, et accoutumés à raisonner sur les phénomènes de la vie sans en connaître les organes, trouvant cette objection péremptoire, lui donnaient la sanction de leur pratique. Il fallait donc savoir jusqu'à quel point les organes des animaux vertébrés, seuls employés à ces expériences, étaient semblables à ceux de l'homme, quels de ces organes leur étaient communs, et quels étaient particuliers à tel ou tel animal, pour juger jusqu'à quel point on en pouvait comparer les effets. Cette nécessité agrandit, pour moi, l'horizon de L'ANATOMIE COMPARÉE. Elle ne m'offrit plus de simples pièces justificatives, pour les EXPÉRIENCES sur les animaux vivants; j'y vis une source féconde d'inductions physiologiques, dont

les résultats, toujours coïncidents avec ceux des expériences, découvrent souvent des faits auxquels l'expérience seule ne pourrait conduire. Et comme ces faits coïncidaient encore avec ceux de L'ANATOMIE PATHOLOGIQUE, je m'occupai avec persévérance de recherches sur les systèmes nerveux, sur ces organes où résident les plus importants phénomènes, et pour lesquels tous les autres organes sont réellement coordonnés.

En marchant à la fois par cette triple route à la recherche des phénomènes, l'expérience multipliée et combinée de mille manières doit nécessairement devancer le temps. Car chacun de ces trois procédés sert tour à tour d'éclaireur et de vérificateur aux autres. Associé depuis trois ans aux travaux journaliers de M. Magendie, c'est, pour ainsi dire, entre mes mains, c'est sous mes yeux, qu'ont été faites les belles découvertes physiologiques de cette époque. Jamais anatomiste ne fut si bien placé pour juger l'importance et l'usage de chaque pièce des machines qu'il démonte. Puissé-je n'avoir

pas manqué à tous les avantages de ma position, pour mieux connaître le mécanisme des principaux phénomènes de la vie!

Tel a été le but de la suite de mémoires que j'ai adressés à l'Institut, et publiés depuis 1820. (1)

Non-seulement ce but est différent de l'objet du prix proposé, pour 1821, par l'Académie royale des sciences, mais le résultat de mes travaux est précisément contraire à l'objet que semblait indiquer le programme, et que l'on a eu en vue dans le travail couronné. Il y a plus encore, c'est que mon premier travail sur le système nerveux date de 1815, plusieurs années avant la publication du programme, et probablement aussi avant la conception de son idée. Comment se fait-il qu'en parlant de mes recherches (ANALYS. DES TRAV. DE L'ACAD. DES SCIENCES, pour 1823) l'illustre rapporteur ait dit qu'elles ont été provoquées, en quelque sorte, par le prix que l'on proposa en 1821?

Cet ouvrage contenant, surtout dans la

(1) Voyez la note à la fin de la préface.

partie expérimentale et physiologique, un assez grand nombre de faits contradictoires, avec la presque totalité des résultats d'une série de travaux successivement couronnés depuis trois ans, par l'Académie royale des sciences; voici une explication à cet égard.

Chacun de ces faits a été vérifié par toutes les épreuves possibles, en variant les expériences; et ceux dont l'importance est capitale, ont été mille et mille fois répétés, soit en particulier, soit dans des leçons publiques, devant ce que la médecine compte d'étudiants d'élite, depuis Buenos-Ayrès et Bôston, jusqu'à Stokholm et Astrakan; soit enfin devant l'Académie des sciences tout entière. Et comme les lois physiques sont perpétuelles et inaltérables, et que l'on doit toujours pouvoir montrer demain un phénomène que l'on a produit hier, M. Magendie répétera ces démonstrations devant toutes les personnes que pourrait embarrasser la contradiction d'un jugement aussi prépondérant. A plus forte raison les répétera-t-il devant MM. les commissaires qui ont porté ce jugement.

A la vérité, M. Magendie était un de ces commissaires. Mais c'est là tout simplement une preuve de plus, qu'une majorité n'est pas infaillible. Et n'est-il pas encore tout simple qu'elle se trompe sur des matières qu'elle ne connaît pas, si, surtout, elle ne prend pas la peine de les examiner?

A la vérité encore, la contradiction porte ici, non sur des termes dont le sens puisse être arbitraire, mais sur des phénomènes rigoureusement appréciables par l'absence ou l'existence, par l'espèce, la quantité, et la direction du mouvement. Il ne faut que des yeux pour juger si un animal s'agite ou reste immobile, s'il court ou s'il dort, si ses mouvements sont réguliers ou convulsifs; et il suffit de n'être pas sourd pour juger s'il se tait ou s'il crie, etc. Mais serait-ce encore la première fois que l'on aurait cru voir et entendre le contraire de ce qui se passait réellement? et n'y a-t-il pas des personnes qui se font illusion de la meilleure foi du monde?

Puisse l'indépendance avec laquelle j'ai

écrit cet ouvrage justifier l'estime et l'amitié de l'homme qui, par la noblesse antique de son caractère, plus encore que par la grandeur des événements auxquels il eut une si belle part, a donné à notre profession une illustration naguère inconnue!

Puisse-t-il voir aussi dans ce témoignage public de ma vénération et de mon attachement, une preuve que le fruit de ses entretiens n'a pas été tout-à-fait perdu pour moi!

J'ai l'honneur d'être,

MONSIEUR,

Votre respectueux et dévoué serviteur,

A. DESMOULINS.

NOTE.

Voici la liste des travaux qui ont servi de matériaux pour mon ouvrage.

1°. De l'état du système nerveux sous le rapport de volume et de masse dans le marasme non sénile, et de l'influence de cet état sur les fonctions nerveuses, lu à l'Institut le 29 mai 1820 (*Journal de physique*, juin 1820).

2°. Suite des recherches sur l'état de volume et de masse du système nerveux, et de l'influence de cet état sur, etc., lu à l'Institut en décembre 1820 (*Journal de physique,* février 1821).

Ces deux Mémoires ont obtenu une mention au concours de l'Institut de 1821.

3°. Recherches anatomiques et physiologiques sur le système nerveux des poissons, Mémoire couronné au concours de l'Institut en 1822 (Extrait publié dans le *Journal de physiologie expérimentale*, avril 1822).

4°. Sur le rapport qui existe entre les facultés intellectuelles et l'étendue des surfaces du cerveau (*Journal complémentaire du Dictionnaire des Sciences médicales*, septembre 1822).

5°. Mémoire complémentaire des Recherches

anatomiques et physiologiques sur le système nerveux des poissons, lu à l'Institut le 8 août 1822 (Extrait dans le *Journal de physiologie expérimentale*, octobre 1822).

Ce mémoire est resté inédit; on peut en voir un aperçu dans *l'Analyse des travaux de l'Académie des sciences*, pour 1823.

6°. Sur le rapport qui existe entre l'étendue des surfaces du nerf optique et de la rétine, et l'énergie de la vision chez les oiseaux, lu à l'Institut le 22 décembre 1822 (*Journal de physiologie expérimentale*, janvier 1823).

7°. Exposition succincte du développement et des fonctions du système cérébro-spinal (*Archiv.*, de médecine, juin 1823).

8°. Sur le rapport qui unit le développement du quatrième ventricule à celui de la huitième paire, et sur la composition de la moelle épinière, lu à l'Institut le 4 août 1823 (*Journal de physiologie*, octobre 1823).

9°. Sur le rapport entre le développement sphérique donné par le plissement des rétines des oiseaux et des poissons, et la sphère de l'œil circonscrite à ces rétines, lu à l'Institut le 24 novembre 1823 (*Archiv. de médecine*, novembre 1823).

10°. Exposition succincte du développement et des fonctions des systèmes nerveux latéraux (*Archiv.*, décembre 1823).

11°. Sur l'usage des couleurs de la choroïde

dans l'œil des animaux vertébrés, lu à l'Institut le 19 et le 26 janvier 1824 (*Journal de physiologie expérimentale*, janvier 1824).

12°. Sur le défaut d'unité de composition du système nerveux et sur la concordance de ce défaut d'unité avec l'inégalité des facultés des animaux (*Journal complémentaire du Dictionnaire des Sciences médicales*, mars 1824).

13°. Sur les différences qui existent entre le système nerveux de la lamproie et celui des animaux vertébrés, sous le rapport des propriétés physiques, du nombre et du mécanisme de réunion des parties; lu à l'Institut le 31 mai 1824 (*Journal de physiologie expérimentale*, juillet 1824).

Ce mémoire contient les plus importants des faits que j'ai découverts. C'est sans doute par oubli qu'il n'en est pas question, non plus que du onzième et du suivant, dans l'Analyse des travaux de l'Académie des sciences pour 1824.

14°. Sur le système nerveux et sur l'appareil lacrymal des serpents à sonnettes, des trigonocéphales et de quelques autres serpents, lu à l'Institut le 2 août 1824 (*Journal de physiologie expérimentale*, juillet 1824).

15°. Ma lettre au président de l'Académie des sciences, sur le système nerveux de trois espèces de pétromyzon (*Journal de physiologie*, octobre 1824).

Le nombre de ces mémoires explique comment j'ai eu rarement besoin de recourir à des travaux étrangers. Dailleurs j'ai toujours scrupuleusement indiqué ce que j'ai emprunté. Excepté ces citations et les faits vulgaires que l'on reconnaîtra aisément, tout le reste m'appartient. Il en est de même pour la partie expérimentale, quant à M. Magendie.

J'ai le douloureux regret de ne pouvoir adresser mes remercîments qu'à l'une seulement des deux charmantes artistes qui ont bien voulu dessiner les planches de cet ouvrage. M[elle] Henriette Stiegler a été enlevée, à 22 ans, aux arts et à sa famille.

ANATOMIE

DES

SYSTÈMES NERVEUX

DES ANIMAUX VERTÉBRÉS.

LIVRE PREMIER.

INTRODUCTION

A L'ÉTUDE DU SYSTÈME CÉRÉBRO-SPINAL.

DE L'ENVELOPPE OSSEUSE DE CE SYSTÈME.

Le système nerveux, cette partie de l'animal pour laquelle toutes les autres semblent exister, d'où part l'excitation des mouvements, par qui sont transmises et perçues les sensations, où réside l'intelligence, la volonté et la conscience, se compose :

1°. D'une sorte de tronc ou de cylindre médullaire, nommé moelle de l'épine, qui, plus ou moins renflé à son extrémité antérieure qu'on appelle encéphale ou cerveau, occupe à peu près l'axe du corps de

tous les animaux à vertèbres. J'ai nommé cet appareil, système cérébro-spinal (1).

2°. A droite et à gauche de l'axe cérébro-spinal, et plus ou moins perpendiculairement ou obliquement, s'embranchent avec lui (sans en tirer leur origine) des cordons appelés nerfs, dirigés vers les surfaces du corps ou vers les différents points de l'épaisseur de ses muscles. Ce sont là les nerfs proprement dits, ou les systèmes nerveux latéraux.

3°. Perpendiculairement à la direction de ces nerfs, et au-dessous d'eux, parallèlement au système cérébro-spinal dont les sépare l'épaisseur de la colonne vertébrale, s'étendent deux cordons nerveux renflés de vertèbres en vertèbres, ou de deux en deux vertèbres à peu près, par des nodosités appelées ganglions, d'où partent des filets distribués aux artères et aux viscères de la digestion et de la respiration. C'est là ce qu'on nomme nerfs ou système du grand-sympathique.

Ces ganglions communiquent chacun avec la paire de nerfs la plus voisine, et par la racine inférieure de ce nerf avec le système cérébro-spinal.

Quelles que soient la texture et la composition chimique propre à ces deux derniers systèmes de nerfs, ils ont cela de commun d'avoir une consistance as-

(1) J'ai dû créer ce mot dans mon mémoire couronné, adressé à l'Institut en 1821. (*Voy.* l'extrait de ce mémoire, *Journ. de Physiol*, t. II, p. 127 et suiv.

sez solide, non-seulement pour n'être pas déformés par des compressions et des chocs tels qu'en peut supporter la peau, mais aussi pour que leurs propriétés n'en soient pas altérées.

Il n'en est pas de même du système cérébro-spinal. Telle est sa délicatesse, et quelquefois même sa diffluence pour ainsi dire, que les moindres compressions exercées sur la plupart des points de ce système, en troublent et en paralysent les actions. Sa molle cohésion permet aux plus petits chocs, aux plus petites pressions, de l'écraser, de le diviser, ou de le contondre. Et suivant les parties blessées, ces lésions exposeraient l'animal à la perte immédiate ou prochaine, soit de la vie, soit de quelques-uns des phénomènes de l'intelligence, du sentiment et du mouvement.

Une enveloppe protectrice était donc indispensable au système cérébro-spinal.

Et comme la plupart des organes des sens, tout ouverts qu'ils doivent être aux impressions du dehors, ont besoin de la même protection dans le reste de leur contour; comme la distance de ces sens à leurs organes cérébro-spinaux nécessite leur situation dans la tête, où sont ces derniers organes, la partie de la tête qui est le siége des sens, la face, devait donc aussi leur offrir un abri par sa résistance. Comme enfin la tête, portée à l'extrémité du levier que représente le cou, devait y peser le moins possible, on voit que le crâne, c'est-à-dire l'enve-

loppe osseuse de l'encéphale et des sens, devait, dans les parois de ses cavités et de leurs compartiments, réunir la solidité à la légèreté.

D'autre part la colonne vertébrale, enveloppe osseuse de la moelle épinière, étant à la fois, et le levier principal, et le centre des mouvements de l'animal, devait réunir à la solidité et à la légèreté, la plus grande mobilité possible.

Sans doute la manière dont se réalisent des conditions mécaniques si diverses méritait déjà d'être exposée ici. Mais il existe en outre des relations constantes entre telle forme, telle proportion du système cérébro-spinal, et telle forme, telle proportion de son étui osseux. Le développement de l'un influe sur celui de l'autre. Enfin la détermination de ces rapports mutuels permet de juger, chez les deux premières classes de vertébrés, de plusieurs parties du système nerveux par les parties correspondantes de son enveloppe osseuse : opération qui devient très-importante dans le cas où l'on ne peut se procurer que les squelettes des animaux.

Il est donc indispensable de parler de cette enveloppe, avant de décrire les organes qu'elle renferme. Cette introduction est d'autant plus nécessaire, qu'un système fort ingénieux repose exclusivement sur des correspondances de forme et de volume, entre le cerveau et son enveloppe osseuse. Cette introduction permettra aussi de mieux apprécier, et ce que nous aurons à dire du fond de ce

système, et dans quelles limites, au défaut de l'examen des organes cérébraux, on peut employer cette corrélation à les connaître.

Nous avons à étudier et la composition et le mécanisme de l'enveloppe osseuse du système cérébro-spinal. Cette enveloppe se divise, comme on a vu plus haut, en colonne vertébrale et en crâne.

SECTION PREMIÈRE.

DE LA COLONNE VERTÉBRALE.

La colonne vertébrale ayant une construction beaucoup moins compliquée que le crâne, et les parties dont elle se compose ayant donné à quelques anatomistes l'idée de comparer la construction d'une de ces pièces, soit au crâne, soit à l'un des segments du crâne, c'est par sa description que nous allons commencer.

CHAPITRE PREMIER.

COMPOSITION DE LA COLONNE VERTÉBRALE.

Une série d'anneaux osseux, appelés vertèbres, articulés sur un axe commun, constitue la colonne

vertébrale. Le conduit résultant de la succession des trous circonscrits par ces anneaux, se nomme *canal vertébral.* C'est dans les poissons osseux et quelques serpents, que les vertèbres sont le plus simples et leur type le plus uniforme sur toute la longueur de la colonne.

Une sorte de disque ou de portion de cylindre, dont tantôt l'axe excède le diamètre, et dont tantôt le diamètre excède l'axe, suivant les régions de la colonne vertébrale dans un même animal, ou bien suivant les différentes espèces d'animaux, forme constamment l'arc le plus inférieur de l'anneau vertébral. Sur chacune des faces latérales du disque, à partir d'abord de la face supérieure que je nomme *médullaire* ou *spinale,* se soude une lame osseuse, dont la plus grande dimension est verticale. Cette lame en montant s'incline sur la ligne médiane, vers la lame correspondante à laquelle elle s'unit sur une étendue variable de sa hauteur. L'arète résultant de la soudure de leurs bords supérieurs est nommée *épine vertébrale.* Les deux lames ainsi rapprochées forment l'arc supérieur de la vertèbre, et se nomment *lames obliques* ou simplement *lames vertébrales;* le disque inférieur se nomme le *corps* de la vertèbre.

1°. *Chez les poissons.*

Les faces par lesquelles deux vertèbres se re-

gardent et s'articulent dans tous les poissons, sont creusées d'une cavité conique. Les deux cavités de la même vertèbre ont donc leurs sommets adossés. Quelquefois ces sommets sont réunis par un petit canal. Deux vertèbres articulées ensemble interceptent donc deux cavités coniques adossées par leurs bases. Ces cavités sont remplies d'une matière élastique et gélatineuse.

Dans tous les autres vertébrés ovipares la face postérieure de chaque disque vertébral proémine en segment de sphère, d'ellipse, ou de cylindre, et correspond à une cavité semblable, creusée sur la face antérieure de la vertèbre suivante. La face antérieure de chaque disque vertébral est donc concave dans tous les ovipares.

Il résulte de cette différence de figure, dans la face postérieure du disque vertébral, chez les poissons et chez les autres ovipares, que la mobilité de la colonne vertébrale, dans une longueur donnée, est beaucoup moindre chez les poissons.

Chez quelques poissons, les gades, par exemple, toutes les vertèbres correspondant à l'abdomen, à partir du crâne, sont flanquées latéralement de deux lames horizontales, dont la longueur excède plusieurs fois le diamètre du corps vertébral. Ces lames sont toujours soudées sur la partie de la lame oblique qui double en dehors le corps de la vertèbre. Ces lames se nomment *apophyses transverses*.

A l'extrémité de ces apophyses transverses, s'articulent les *côtes* quand elles existent.

Dans le *gadus molva* ces apophyses ne commencent à se montrer qu'à la sixième vertèbre : les cinq premières n'en offrent pas de traces, et c'est sur les corps vertébraux que s'articulent les côtes.

Chez les poissons les côtes peuvent donc s'articuler, soit sur l'extrémité des apophyses transverses, soit sur le corps même de la vertèbre.

Dans le *fégaro*, à la onzième vertèbre, sur une apophyse qu'émet de chaque côté le bord de la face antérieure du corps de la vertèbre, s'articule l'extrémité d'un arc à concavité supérieure, et adossé par son sommet à un second arc à concavité inférieure. L'adossement de ces deux arcs forme une sorte de quadrilatère, dont chaque bord horizontal est échancré. Sur chaque pointe de l'échancrure inférieure s'articule une longue baguette formée de trois tronçons, dont les articulations immobiles sont marquées par des nœuds.

A partir du corps de la vertèbre on trouve donc, 1° l'apophyse sur laquelle s'articule la branche supérieure de la lame quadrilatère; 2° la moitié correspondante de cette lame quadrilatère, et ensuite les trois tronçons de la baguette ou côte articulée sur la branche inférieure de l'os quadrilatère. Ce sont donc cinq pièces osseuses, placées bout à bout et en série.

Dans le *zeus regius* (chrysosostose lune), au-delà des grandes côtes abdominales, articulées immédiatement sur le corps vertébral, viennent bout à bout trois tronçons mobiles les uns sur les autres, comme la côte l'est elle-même sur la vertèbre. Il y a donc de chaque côté une baguette ou côte formée de quatre tronçons, tous mobiles l'un sur l'autre, flanquant la vertèbre inférieurement.

Or dans ces deux mêmes espèces et dans tous les autres poissons, au-dessus de l'épine vertébrale il n'y a jamais plus de deux tronçons étagés l'un sur l'autre ; l'extérieur est toujours libre hors des chairs de l'animal, et forme l'un des rayons de la nageoire dorsale. Le tronçon intermédiaire, tout entier compris dans les chairs, sert de point fixe au rayon.

Il n'y a donc chez les poissons que trois tronçons sur le prolongement d'une même ligne au-dessus du corps de la vertèbre.

Et il peut y en avoir jusqu'à cinq au-dessous, sans compter le rayon de la nageoire anale et le support de ce rayon. Ce n'est pas tout: chaque côte ou baguette osseuse, suspendue aux flancs du corps de la vertèbre, peut avoir des baguettes collatérales, articulées sur l'un des tronçons dont elle se compose. Ainsi les côtes du *fégaro*, depuis la troisième jusqu'à la sixième inclusivement, sont bifurquées, vers le tiers de leur longueur, sur leur côté interne. Les trois suivantes ne sont pas bifurquées, mais deux

côtes s'articulent conjointement sans se toucher, sur la grande apophyse latérale d'une même vertèbre. Chacune de ces trois vertèbres porte donc deux paires de côtes.

Tout à l'heure, il y avait, dans une même série, des tronçons surnuméraires; ici c'est une série surnuméraire de pièces, qui flanque la vertèbre parallèlement et conjointement avec la série ordinaire.

Dans la partie caudale de la colonne vertébrale une fourche osseuse renversée s'articule sur la face inférieure du corps de chaque vertèbre. Cette fourche résulte de deux lames ossenses écartées en haut, rapprochées et soudées en bas. Le canal résultant de la série de ces arcs inférieurs à la colonne vertébrale, est destiné à l'aorte et aux deux veines correspondantes. Ces deux lames se nomment *épine inférieure*. On va voir tout à l'heure que ces pièces ne correspondent pas aux côtes.

La pointe ou épine que forme leur extrémité inférieure soutient une première baguette ou tronçon, que suit l'os du rayon de la nageoire anale.

Tout le long de la partie caudale de la colonne vertébrale, un nombre égal de pièces situées dans un même plan vertical ou horizontal, suivant la projection du poisson, borde donc, en haut et en bas, ou latéralement, l'axe que forme la série des corps vertébraux.

2°. *Chez les serpents.*

Dans les *boas*, parmi les serpents, l'arc inférieur de l'anneau vertébral porte une épine aussi longue à proportion que dans aucun poisson; mais les vertèbres ne s'articulent pas seulement par les faces correspondantes de leur corps, comme chez les poissons. La lame vertébrale n'est plus rectiligne, mais coudée angulairement, comme on le verra bientôt chez les mammifères eux-mêmes. Le sommet de cet angle déborde horizontalement le corps de la vertèbre. Sur l'extrémité du pédicule qui en résulte, s'articule la côte. Ce pédicule est en outre aplati transversalement. Le devant de sa face supérieure, et le derrière de sa face inférieure, offrent chacun une petite facette pour l'articulation du pédicule de chaque vertèbre, par la facette supérieure avec la vertèbre qui précède, et par la facette inférieure avec la vertèbre qui suit. Ces facettes, étant horizontales, déterminent le sens du mouvement de ces articulations.

Or du milieu même de la face inférieure du corps de la vertèbre, proémine une épine aussi longue que l'épine qui surmonte le canal vertébral. Plus de deux cent cinquante vertèbres portent donc, chacune à la fois, une côte sur la base proéminente de chaque lame vertébrale, et de plus, sur le milieu même de la face inférieure de leur corps,

une épine formée elle-même de deux moitiés symétriques. Ce n'est pas tout : la seconde vertèbre du *boa* porte deux de ces épines séparées, l'une derrière l'autre, sur le milieu de son corps. Et ce qui mérite d'être remarqué, ces deux épines n'y sont jamais soudées, non plus que celle de la première vertèbre. Toutes les autres épines sont soudées, au contraire, au corps de la vertèbre correspondante.

Puisque deux cent cinquante-deux vertèbres portent chacune à la fois cette épine et une paire de côtes, les deux moitiés constituant chaque épine, sont donc différentes de ces côtes.

Et comme par leur situation ces épines correspondent aux épines inférieures des poissons, on voit qu'elles ne peuvent être comparées qu'à ces pièces, qui alors ne peuvent plus être considérées comme analogues aux côtes.

Dans tous les autres serpents il existe toujours sur le milieu de la face inférieure du corps des vertèbres un éperon plus ou moins saillant, correspondant à cette longue épine des *boas*. Cet éperon est, selon les espèces, dirigé en arrière ou en avant, et souvent au-delà de l'articulation voisine.

3°. *Chez les sauriens.*

Dans les crocodiles, parmi les sauriens, les lames vertébrales restent toujours distinctes du corps dans la région cervicale.

A l'*atlas*, il y a toute la vie quatre pièces mobiles. L'arc supérieur est brisé en trois; celle du sommet, primitivement double, porte sur les deux latérales qui s'articulent au corps flanqué de deux petites côtes. L'*axis* a, bout à bout, deux corps, dont l'antérieur porte les côtes.

Les onze vertèbres suivantes ont des épines inférieures qui existent aussi au cou dans le *monitor*, où l'axis en porte même deux. Ces épines ne se soudent que fort tard dans la *sauvegarde* d'Amérique.

Enfin la plupart des vertèbres caudales des *lézards*, sont divisées verticalement en deux moitiés antérieure et postérieure, ce qui double pour chaque vertèbre le nombre de ses éléments.

La simple suture des lames avec le corps vertébral, au cou, et même au dos, établit un fait important d'organisation : c'est que la position d'une même pièce peut varier; telle, celle des côtes sur les vertèbres.

Les petites côtes cervicales des crocodiles sont fourchues à leur base; l'une des branches s'articule sur le corps, et l'autre sur la base de la lame. Dans le *caïman à museau de brochet* la première côte cervicale ne s'articule pas sur la lame, c'est sur la face postérieure du corps vertébral.

Le petit pédicule de la base de la lame, sur lequel s'articule la branche supérieure de la côte, s'allonge de plus en plus à mesure que les vertè-

bres sont plus postérieures. Ce pédicule devient peu à peu une longue apophyse transverse, dont le bord antérieur, coupé obliquement en dehors et en arrière, se marque de deux facettes dans la région dorsale. C'est sur ces deux facettes que s'articulent les deux branches de chaque côte, à partir de la seconde vertèbre dorsale, et même de la quatrième chez le *cayman à lunettes*. A partir de cette vertèbre, le corps vertébral ne sert donc plus à l'articulation des côtes, dont les deux branches portent tout entières sur l'apophyse transverse. Autre fait de ce genre : dans toutes les tortues les lames alternent avec les corps des vertèbres dorsales.

Aux lombes et au commencement de la queue, chez les crocodiles, les apophyses transverses conservent leur grandeur, mais elles ne portent plus de côtes.

Or chez les mammifères, dans un fœtus de cochon d'environ trois mois, les apophyses transverses des vertèbres lombaires existent séparées sous forme de lames osseuses elliptiques, et sont contiguës par leur extrémité interne à une saillie de la lame vertébrale. Cette dernière pièce déborde inférieurement le corps d'environ le tiers de son diamètre.

L'apophyse transverse est donc chez le cochon un os distinct, à une époque où n'existent pas encore ni les apophyses épineuses, ni ces lames suspendues aux apophyses transverses cervicales, et

dont la double série forme une gouttière embrassant l'œsophage. Cette gouttière existe aussi dans les rhinocéros, les chameaux, etc.

Les apophyses transverses lombaires du cochon sont à proportion beaucoup plus petites que les mêmes apophyses des lombes et surtout du dos chez les crocodiles.

Il est donc très-probable que chez les crocodiles ces apophyses forment dans l'origine un os distinct. Et comme les côtes vertébrales des crocodiles sont continues avec les côtes sternales par une baguette intermédiaire, cela fait donc un arc primitif au moins de quatre tronçons, étendu de la lame vertébrale au sternum, lequel étant lui-même divisé par segments arcboutant les vertèbres, constitue une cinquième pièce ou tronçon dans l'arc costal.

4°. *Chez les mammifères.*

Enfin chez l'homme même, vers le quatrième mois, la séparation des éléments des vertèbres montre à l'*axis* trois corps vertébraux bout à bout l'un de l'autre. En outre les trous dont est creusée la base de chaque apophyse transverse à la région cervicale, ont leur arc extérieur formé par un os distinct. Et comme cet arc extérieur existe aussi à l'axis, cette vertèbre a donc deux corps de plus que toutes les autres, et, de même que les cinq ver-

tèbres cervicales suivantes, une pièce de plus pour former le trou dont est percé la base de son apophyse transverse.

Dans beaucoup de mammifères, entre autres chez les kanguroos, les félis, les cétacés, etc., il existe, articulés sous le milieu du corps de toutes les vertèbres caudales ou lombaires, des os nommés en V à cause de leur forme.

Dans les cétacés, les pangolins, les castors, etc., ces os coexistent avec de très-grandes apophyses transverses. Les deux pièces symétriques, dont ils résultent, ne sont donc pas les apophyses transverses. Ensuite dans tous les mammifères les côtes s'articulent constamment sur la base de la lame, et jamais sur le corps de la vertèbre. Cette connexion exclut donc l'analogie des côtes avec les os en V, qui ne s'articulent jamais que sur le corps seul. Et comme dans les *boas* des épines situées à la même place que les os en V, et dans un degré de développement que n'atteignent jamais ces os, coexistent avec des côtes aussi développées elles-mêmes que nulle part ailleurs; il est clair que si les os en V des mammifères peuvent être comparés à d'autres pièces dans une autre classe, ce n'est ni aux côtes, ni aux apophyses transverses, mais seulement aux épines inférieures des poissons, des crocodiles et des serpents. Or toutes ces pièces remplissent en outre le même usage dans tous les vertébrés, y compris les oiseaux, comme on va voir.

Dans les espèces de mammifères où les os en V sont très-développés, les plus postérieurs et les plus antérieurs, quoique parfaitement articulés sur le corps de la vertèbre, conservent souvent leurs deux moitiés disjointes.

Or dans les oiseaux à long cou le corps de chaque vertèbre cervicale porte également de chaque côté de la ligne médiane une épine plus ou moins longue, dirigée en arrière parallèlement à celle du côté opposé. Ces épines servent d'insertion à des muscles dont le point fixe est en arrière, comme pour les os en V des mammifères le point fixe est en avant. Ces doubles épines des vertèbres cervicales des oiseaux répondent donc aux épines impaires des serpents, aux os en V des mammifères, et aux épines inférieures tout-à-fait semblables des poissons.

Les épines vertébrales inférieures des serpents reçoivent chacune à leur sommet un petit tendon de chaque muscle cycléo-spinal collatéral. Les fibres musculaires que termine ce tendon s'insèrent sur le corps de la troisième ou quatrième vertèbre postérieure. Jamais ces fibres ne s'insèrent, ni sur les côtes, ni sur les lames vertébrales.

Il n'y a pas moins de variation, d'un genre et même d'une espèce à l'autre, dans le nombre total des vertèbres que dans celui des éléments de chacun de ces os, et dans la position respective de ces éléments. Ainsi le crapaud pipa n'a que sept vertè-

bres, et la plupart des serpents des genres coluber, boa, etc., en ont plus de trois cents; la couleuvre à collier de France en a, par exemple, trois cent dix-huit. Ces nombres, outre leur signification péremptoire contre certains systèmes d'unité, en ont une bien plus importante pour nous. Car chaque vertèbre, concourant au canal vertébral, répond à une paire de nerfs. Or dans tous les ovipares le canal vertébral occupe toute la longueur de la colonne. Le nombre total des vertèbres y représente donc celui des nerfs postérieurs à la tête.

L'existence des côtes articulées au sternum, sur un tronçon variable de la colonne vertébrale, détermine les régions de cette colonne dans les mammifères et les ovipares, moins les serpents et les batraciens. La région correspondante aux côtes indiquées, se nomme dorsale; l'antérieure, cervicale; l'intermédiaire, au dos et au bassin, lombaire; et la postérieure, caudale.

Quand il n'y a même pas de vestiges de bassin, les caudales suivent les dorsales; c'est le cas des serpents et des poissons; dans les monitors, et presque tous les lézards ordinaires, il y a, jusqu'au bassin en arrière du dos proprement dit, des côtes quelquefois arcboutées entre elles, et par conséquent point de région lombaire.

Une seule de ces régions, la cervicale, offre le nombre fixe de sept vertèbres dans tous les mammifères, excepté l'*unau* qui en a neuf, et dans les cro-

codiles, parmi les ovipares. Dans les mammifères les autres régions varient même d'une espèce à l'autre, pour la proportion numérique de leurs vertèbres; il en est de même dans les ovipares, pour toutes les régions. Cette variation donne le motif d'un caractère d'espèce très-important en zoologie (1).

Comme on a vu, la longueur d'une région ne dépend pas seulement du nombre mais de l'épaisseur des vertèbres dans le sens de l'axe. Néanmoins, excepté les vertèbres cervicales des cétacés, qui toutes ensemble sont plus minces qu'une seule du dos, les axes sont ordinairement plus longs au cou qu'au dos, et toujours chez les mammifères la longueur des cervicales est en raison inverse de la masse de la tête. Dans la classe des oiseaux, où le nombre supplée à la longueur des vertèbres, le cygne avait offert jusqu'ici la plus grande disproportion du nombre des vertèbres cervicales à celui du dos et des lombes, ayant vingt-trois cervicales et vingt-cinq dorsales et sacrées. Mais un ichtyosaure fossile, récemment découvert, le *plesiosaurus*, avait plus de trente-cinq vertèbres cervicales, et seulement vingt-une à vingt-trois dorsales et lombaires. On verra dans le chapitre suivant, les rapports de ces nombres et de ces longueurs avec le mécanisme de ces différentes régions.

(1) Pour les détails de la composition, du mécanisme, et des corrélations du squelette des mammifères, *voy.* les histoires que j'ai données de ces animaux, dans le *Dict. class. d'hist. nat.*

En résumé la colonne vertébrale se compose : 1° d'un axe formé par la série des corps des vertèbres; 2° en-dessus, d'une double série de lames inclinées et soudées supérieurement l'une sur l'autre, savoir les lames vertébrales.

Ces deux ordres de séries ne manquent jamais; elles existent seules dans les lamproies, quelques murènes, entre autres le *murena serpens*, la sirène et le protée, etc., excepté, chez ces deux ichtyosaures, les rudiments de côtes des sept ou huit vertèbres postérieures à l'atlas.

3°. Inférieurement de deux séries de lames soudées l'une à l'autre de manière à former par vertèbre une seule épine articulée ou soudée sur le milieu de la face inférieure du corps, et jamais ailleurs.

4° Latéralement d'appendices formant 1° les apophyses transverses soudées sur la base de la lame, et existant seules dans les batraciens et à la région lombaire et caudale de tous les mammifères, sauriens, etc.; et 2° les côtes articulées, 1° soit à la fois sur le corps et sur l'apophyse transverse, comme au cou des crocodiles, au dos de la plupart des mammifères, etc.; 2° soit uniquement sur l'apophyse transverse, comme au dos des crocodiles; 3° soit uniquement sur la lame, comme tout le long du dos des serpents; soit enfin uniquement sur le corps, pour les côtes de la première vertèbre des crocodiles, et alors la position de cette

côte peut être très-différente : 1° dans le caïman à lunettes elle est articulée sur le côté, et 2° dans celui à museau de brochet, sur la face postérieure du corps de la vertèbre.

5°. Le nombre total des vertèbres peut varier dans la proportion de 1 à 45, et le nombre partiel de chaque région de la colonne, n'est guère plus uniforme : celui des côtes varie dans la proportion de 0 à 252.

Formation.

Les deux séries, moyenne et supérieure, de pièces vertébrales sont les premières formées. Et dans ces deux séries la formation commence toujours aux parois du canal. Ainsi le corps est tout-à-fait terminé à sa face supérieure, que son bord abdominal ou inférieur n'est pas encore à moitié achevé dans les mammifères, l'homme, par exemple, chez qui, du troisième au quatrième mois de la conception, beaucoup de corps vertébraux sont séparés sur leur contour inférieur en deux lames transversales. A cette même époque les lames ne font encore que se rapprocher par leurs bords supérieurs, plus ou moins écartés, surtout au cou et aux lombes, où leur réunion est la plus tardive, et où la permanence de leur écartement constitue le spina-bifida. Mais alors même la partie supérieure existe à l'état de cartilage, dont l'ossification ne s'empare que progressivement.

Cette partie supérieure des lames en reste tou-

jours séparée à la première vertèbre du caïman à museau de brochet, où elle forme un chevron dont les deux extrémités sont mobiles sur les deux parties inférieures.

La formation du corps de la vertèbre n'est pas uniforme dans les quatre classes de vertébrés.

1°. Dans les poissons le corps est d'abord annulaire; les couches les plus excentriques sont formées les premières, et ce n'est que progressivement que des couches, de plus en plus concentriques, effacent la cavité dont, chez quelques genres, par exemple les pleuronectes, le petit canal unissant les deux cavités coniques offre toujours des traces.

2°. Dans les mammifères, au troisième mois de l'embryon humain le corps est divisé transversalement en deux moitiés verticales par une fente long-temps apparente sur le contour inférieur de la vertèbre.

M. Béclard ni moi n'avons jamais pu voir la formation par deux rudiments symétriques collatéraux, dont M. Serre a parlé; et l'on a vu plus haut qu'à beaucoup de vertèbres de la queue des lézards les deux moitiés verticales primitives subsistent toujours distinctes.

On voit donc que le progrès de l'ossification de la colonne vertébrale ne se dirige pas de dehors en dedans, le long de deux ligues convergentes que représenteraient les côtes, les apophyses transverses, et enfin la moitié correspondante du corps de la

vertèbre; que les premières parties formées sont, au contraire, les portions du corps et des lames correspondant à la moelle épinière.

Ainsi les apophyses transverses des lombes, toutes les apophyses épineuses, et les lames œsophagiennes des vertèbres cervicales d'un cochon de deux mois et demi de conception, ne sont qu'à l'état de cartilage lorsque les corps et les lames sont presque terminés.

CHAPITRE DEUXIÈME.

DU MÉCANISME DE LA COLONNE VERTÉBRALE EN GÉNÉRAL.

L'on conçoit que la colonne vertébrale sera d'autant plus solide, 1° que les articulations latérales des vertèbres auront leurs plans moins parallèles; 2° que chaque vertèbre sera mieux arcboutée latéralement; 3° que des ligaments plus résistants uniront les bords libres et inarticulés; 4° qu'une plus grande épaisseur de muscles devra prendre des points fixes sur des régions plus ou moins étendues de sa longueur.

Qu'au contraire, elle sera d'autant plus mobile, que la réciproque des quatre conditions précédentes existera, et en outre, 5° que les surfaces par lesquelles les corps vertébraux se correspondent, au-

ront moins d'étendue relative; 6° que ces surfaces, au lieu d'être des plans, seront, au contraire, terminées par des courbes parallèles pour les deux surfaces opposées.

De toutes ces conditions, la dernière consistant dans la figure de la surface articulaire, est seule invariable sur toute la longueur d'une même colonne vertébrale, à quelque classe qu'appartienne l'animal.

Il résulte donc de la combinaison de ces conditions contraires, deux sortes de mécanismes dans la colonne vertébrale, le premier est relatif à la locomotion, soit totale, soit partielle, des régions de cette colonne; le second, à sa solidité et à sa résistance.

Des mouvements généraux et partiels de la colonne vertébrale.

Comme on a vu plus haut, les faces articulaires de deux corps vertébraux voisins, sont écartées l'une de l'autre par une matière très-élastique disposée par cercles concentriques, et dont l'élasticité augmente du centre à la circonférence.

Il en résulte que le mouvement d'une vertèbre sur l'autre serait presque nul dans les articulations à faces planes ou double concaves, sans l'interposition de la matière élastique, et que ce mouvement dépend uniquement de la compressibilité de cette ma-

tière; qu'en conséquence le mouvement d'inclinaison est très-petit.

Ce qui limite encore la quantité de cette inclinaison c'est la grande étendue relative des surfaces articulées, étendue dont l'influence est d'autant plus grande sur la réduction du mouvement, que l'axe de la vertèbre est plus court.

Et en effet dans les cétacés où les corps des vertèbres cervicales ne représentent que des lames très-minces, ou bien ils sont soudés l'un sur l'autre, ou bien ils sont à peu près immobiles, leur diamètre étant de douze à quinze fois plus grand que leur axe.

Tout étant égal d'ailleurs pour l'étendue des surfaces juxta-posées, le mouvement est d'autant plus grand, que l'axe a plus de longueur.

En outre, les articulations latérales des vertèbres ayant leurs plans plus ou moins obliques, il s'ensuit que deux vertèbres ne peuvent se mouvoir l'une sur l'autre que dans le sens du plan vertical, sur lequel sont inclinées ces articulations.

Des mouvements sur des directions perpendiculaires à ce plan, ne sont donc possibles que par l'addition, dans un nombre suffisant de vertèbres, de toutes les petites oscillations existant dans le même sens, entre deux vertèbres.

1°. *Dans les mammifères.*

Sur toute la longueur du corps des mammifères les flexions de la colonne vertébrale ne se font que sur de très-petits arcs, c'est-à-dire des arcs d'une très-petite courbure. Malgré la petite inclinaison des vertèbres l'une sur l'autre, comme les lames sont moins larges que les corps, il s'ensuit que, dans la flexion en bas, leurs bords s'écartant découvriraient le canal vertébral, si leurs intervalles n'étaient remplis par des ligaments élastiques, appelés jaunes à cause de leur couleur. C'est dans les cétacés où les flexions sont les plus amples, que ces ligaments ont le plus d'étendue; c'est le contraire dans les serpents.

Là, où les arcs de flexion ont plus de courbure, il faut nécessairement que les vertèbres qu'ils comprennent aient des axes plus longs à proportion de leurs diamètres. C'est ce qui s'observe surtout au cou des chameaux, de la giraffe, où le mécanisme est justement l'inverse de ce qu'il est dans les cétacés, et aux lombes de tous les mammifères, coureurs ou sauteurs, tels que les cerfs, les antilopes, les lièvres, les gerboises, etc.

Au dos, les vertèbres ne peuvent presque plus se mouvoir que dans un même plan, à cause de l'obstacle que les côtes mettent au mouvement latéral.

Les hanches étant formées d'une seule pièce, il est clair que toutes les vertèbres juxta-posées doi-

vent être immobiles latéralement, et même aussi verticalement.

Aussi les vertèbres de ces deux régions, de la dernière surtout, sont-elles constamment les plus courtes dans les mammifères dont la tête n'a pas un excès de masse, comme celle des éléphants, des morses, etc.

Les côtes à peu près inflexibles sur leur longueur, étant arcboutées en avant sur le sternum, dont l'axe est immobile, il est clair qu'il ne peut y avoir de mouvements de flexion en bas à la région dorsale correspondante au sternum. Il n'y a même dans cette région de mouvements latéraux, qu'autant que le permet le glissement des articulations costo-vertébrales et sterno-costales. Encore faut-il que les côtes soient assez écartées l'une de l'autre. Car si leurs bords se touchaient, ils s'opposeraient à toute espèce de flexion latérale; comme il arrive en partie dans les fourmiliers, où les côtes se recouvrent presque comme des tuiles.

Plus, au contraire, les côtes ont de ténuité en proportion de leur longueur, et plus elles sont écartées, plus les mouvements latéraux de flexion ont d'étendue. Celles mêmes qui ne sont pas articulées à un sternum, si les courbes qu'elles décrivent peuvent rentrer l'une dans l'autre, permettent des mouvements de flexion verticale presque aussi étendus que si elles n'existaient pas.

Tel on va voir qu'est le mécanisme de toute la

région costale de la colonne vertébrale des serpents et des poissons anguilliformes.

Dans les mammifères à queue très-mobile, par exemple les cétacés, les sapajous, les didelphes, les pangolins, etc., les surfaces articulaires des corps vertébraux, de planes deviennent légèrement convexes vers le bout de la queue, ce qui permettrait des mouvements dans tous les sens, si les articulations latérales, par l'obliquité de leurs plans toujours plus ou moins convergents, ne prévenaient tout déplacement.

Mais le canal vertébral ne se prolonge que rarement au-delà du quart ou du tiers antérieur de cette queue; et l'on verra que jamais la moelle épinière elle-même ne s'étend alors jusque-là.

2°. *Dans les poissons.*

C'est par des plans à proportion plus étendus que dans les mammifères, que les corps vertébraux des poissons s'articulent entre eux. Aussi les mouvements d'une vertèbre sur l'autre y sont-ils sous ce rapport plus bornés que dans les mammifères. Mais il n'y a point d'articulations latérales. Aussi, l'addition des oscillations possibles entre un nombre donné de vertèbres, donne des flexions bien plus étendues que dans aucune région de la colonne des mammifères, tout étant égal d'ailleurs pour la proportion de longueur entre les axes des vertèbres. Mais comme les côtes faisaient obstacle aux flexions

latérales du dos des mammifères, les lames et leurs épines dans les poissons mettent obstacle à la flexion verticale, en dessus sur toute la longueur du dos. De même les épines inférieures et la baguette qui les suit empêchent la flexion en dessous, ou du moins ces flexions dans le plan vertical sont extrêmement restreintes, même en considérant toute la longueur du poisson. Ce qui y met encore obstacle, c'est que dans beaucoup de genres, les sciènes, les perches, les corps vertébraux s'arcboutent l'un sur l'autre par de petits crochets, dont les supérieurs partent du bord antérieur d'un corps, pour s'appuyer sur le bord postérieur de la vertèbre précédente, et les inférieurs du bord antérieur pour s'appuyer sur le bord postérieur de la vertèbre suivante. Dans ce cas il ne peut y avoir que des flexions latérales. Il en est ainsi de tous les poissons aplatis par la compression de leurs flancs. Dans l'espadon les crochets supérieurs arcboutent les lames de la vertèbre précédente, et forment sur la vertèbre, à qui ils appartiennent, une pièce bien séparée de la lame; au contraire, dans les salmones si agiles en tout sens, ces crochets manquent tout-à-fait, et les lames et les épines, supérieures et inférieures, sont presque linéaires.

En général les poissons à corps prismatique ne peuvent guère, avec toute la longueur de leur colonne, décrire des arcs de plus de 180 degrés.

3°. *Dans les reptiles.*

C'est par des surfaces courbes, parallèlement inscrites l'une dans l'autre, que s'articulent les corps de toutes les vertèbres.

Chez les serpents l'élément de cette courbe reste uniforme dans toutes les vertèbres, il varie presque d'un genre à l'autre chez les autres reptiles.

Et d'abord chez tous les serpents, c'est par des segments sphériques que les corps s'articulent. De sorte que s'il n'y avait pas d'articulations latérales, l'axe de la vertèbre pourrait, et s'incliner directement dans tous les sens, et décrire des cercles dans toutes ces inclinaisons. La circumduction en serait même plus étendue que pour le bras de l'homme, chez qui elle est limitée par les apophyses acromion et coracoïde.

Mais il y a des obstacles à cette mobilité en tout sens, de chaque vertèbre des serpents.

D'abord les articulations latérales, dont les surfaces planes sont horizontales, restreignent beaucoup l'inclinaison immédiate d'une vertèbre sur l'autre. Ensuite chez beaucoup de ces reptiles les apophyses épineuses sont presqu'aussi larges que chaque corps, et comme elles occupent au moins la demie hauteur de la vertèbre, elles arrêtent la flexion en haut que pourrait permettre la laxité des articulations latérales. La flexion en bas n'est limitée

que par le seul obstacle résultant du plan de ces articulations. Et comme chez tous les serpents il existe à toutes leurs vertèbres. des épines inférieures au moins aussi longues que les supérieures dans les boas, et qui ne reçoivent que des muscles fléchisseurs, on voit que ces dernières flexions, sont d'autant plus étendues, que ces épines sont plus longues, et les articulations latérales plus lâches.

Les côtes si nombreuses des serpents ne sont pas arcboutées en bas. Leurs extrémités peuvent conséquemment décrire des arcs proportionnels à leurs intervalles, et ces intervalles sont relativement plus grands chez les serpents que partout ailleurs, parce que les côtes y sont de la plus grande ténuité. En outre, toutes les côtes n'ont pas la même courbure, de sorte que leurs courbes peuvent en général rentrer l'une dans l'autre, en se rapprochant. Le mouvement par lequel elles se rapprochent peut être continué encore de quelques degrés au-delà de leur intervalle.



Il résulte de cette double disposition, d'abord que les côtes des serpents ne limitent que très-peu les flexions en bas, et encore moins les flexions latérales. Et comme toutes les articulations latérales ont leur plan horizontal, on voit que les flexions les plus étendues et les plus faciles doivent être les dernières. Et, en effet, c'est par des ondulations horizontales que rampent tous les serpents. Enfin, c'est à cette combinaison des flexions



latérales et inférieures, qu'ils doivent de pouvoir s'entortiller.

Une dernière condition facilite cette flexion latérale, c'est la concavité de la face supérieure des lames inclinées en avant pour le glissement du bord postérieur de la lame qui précède, et qui recouvre toujours un peu la suivante. Il résulte de ce recouvrement des lames l'une par l'autre, que le canal vertébral est mieux protégé, et que les parois osseuses ne laissent pas de lacunes comme dans les mammifères et les poissons.

4°. *Chez les sauriens.*

L'articulation médiane des corps vertébraux, et les articulations collatérales des lames, ne sont pas tout-à-fait uniformes pour toutes les régions de la colonne vertébrale.

Et d'abord chez les crocodiles les articulations latérales, dont le plan est parallèle à l'axe de l'animal, sont inclinées en dehors : au cou, de 50 degrés au-dessus de l'horizon; au dos, de 8 à 10 degrés de moins, ce qui étend un peu plus les mouvements latéraux; à la queue, de 65 à 70 degrés : ce qui laisse aux vertèbres le moins possible de mouvement latéral.

Dans les monitors les articulations latérales ont aussi leur plan parallèle à l'axe du corps, mais partout l'inclinaison en dehors est plus grande que chez les crocodiles.

Les têtes des corps vertébraux, d'abord demi-cilindriques à la région cervicale, augmentent de diamètre verticalement à mesure qu'elles sont plus postérieures. Leur surface est aussi partout plus étendue du côté supérieur que du côté inférieur : partout l'amplitude de l'arc transversal n'est guère plus petite qu'un demi-cercle. Cette étendue de la courbe transversale accroît d'autant la flexion latérale : la courbure plus étendue du côté supérieur facilite d'autant la flexion en haut. Ces deux mouvements sont d'autant plus étendus et faciles, qu'il n'y a d'apophyses transverses et épineuses qu'à la queue et que les côtes sont effilées comme chez les serpents.

Il en résulte que chez les sauriens les mouvements de flexion latérale d'une vertèbre sur l'autre, sont moins faciles que dans le sens vertical, ce qui est le contraire des serpents; que chez les crocodiles l'engrenage des côtes cervicales, la grandeur des apophyses transverses et l'arcboutement inférieur des larges côtes dorsales rendent presque nulle la flexion latérale de ces deux régions; que chez les monitors la flexion latérale est moins bornée que dans le reste de l'ordre; qu'enfin la hauteur que donnent à la queue, dans tous les genres, les deux rangs opposés d'apophyses épineuses, en fait une sorte de rame transversalement mobile, comme dans les poissons.

5°. *Chez les tortues et les oiseaux.*

L'articulation médiane des corps vertébraux et les articulations collatérales des lames varient aussi d'une région à l'autre.

Dans ces deux classes toute la région dorsale est immobile; les vertèbres sont soudées ensemble. Cette soudure est l'effet de leur immobilité, produite elle-même par leur enclavement entre les côtes, ou tout-à-fait fixes chez les tortues, ou susceptibles seulement d'un mouvement de flexion angulaire exécuté par le demi-coffre pectoral inférieur sur le supérieur chez les oiseaux. Ce mouvement, d'où résulte l'élévation et l'abaissement du vaste sternum des oiseaux, est commun aux deux tronçons sternal et vertébral de la côte. Les vertèbres lombaires et sacrées sont elles-mêmes enclavées par le bassin, et il n'y a qu'un mouvement obscur entre la première vertèbre lombaire et la dernière dorsale. Il résulte de cette rigidité de la colonne vertébrale des oiseaux, la facilité de garder sans fatigue, même durant le sommeil, cette station oblique qui leur est propre, à quoi se trouve aussi correspondre, et la situation très-avancée du point d'appui que donne le fémur à cette colonne dorsale, et la longueur des doigts qui agrandissent la base de sustentation, au-delà des oscillations du centre de gravité. Enfin la légèreté spécifique de la

poitrine, malgré son excès de volume, et la réflexion du cou qui ramène la tête sur le dos, sont deux autres conditions de cet équilibre.

Tout mouvement latéral est prévenu, même chez le jeune oiseau, à une époque où la soudure des vertèbres dorsales n'est pas encore commencée, par une série d'éperons saillants du milieu du bord postérieur de chaque côte, et appuyés sur la large surface de la côte suivante.

Cette immobilité des régions dorsale, lombaire et sacrée de la colonne vertébrale, a pour second résultat dans la mécanique de l'oiseau, de donner des arcs-boutants plus solides au battement des ailes dans le vol.

Chez les tortues, non-seulement toutes les vertèbres dorsales, lombaires et sacrées sont immobiles, mais les côtes elles-mêmes se sont tellement élargies, que leurs bords soudés ne forment plus qu'un vaste bouclier.

Dans les tortues et les oiseaux, il n'y a donc de mobiles que les deux seules régions cervicales et caudales. La région caudale est toujours relativement très-courte, et cachée soit par la carapace des tortues, soit par les pennes de la queue des oiseaux, et par les plumes qui en sont les couvertures.

La moelle épinière dans les chéloniens et les oiseaux, comme dans la plupart des poissons, se prolonge jusqu'à l'extrémité de la colonne vertébrale.

CHAPITRE II.

MÉCANISME RELATIVEMENT A LA PROTECTION DE LA MOELLE.

C'est donc comme un cylindre plus ou moins rigide que la colonne vertébrale résiste dans la région dorsale des animaux quadrupèdes et des oiseaux; et dans toutes les autres régions chez ces animaux, ainsi que dans toute sa longueur chez les poissons et les serpents, c'est par sa mobilité et en cédant.

Là où les vertèbres sont immobiles et où tous les arcs de leur contour résistent comme des voûtes, l'épaisseur de leurs parois, les proéminences qui peuvent recevoir le choc, et la superposition des muscles qui les recouvrent, préviennent tout risque de rupture ou d'écrasement, soit par l'effet des chutes de l'animal abandonné à sa propre gravité, soit par l'effet des chocs que des mobiles même très-inférieurs à sa masse pourraient lui imprimer. Mais dans ces régions, à cause de leur rigidité même, la moelle épinière courrait les plus grands risques de rupture, de contusion, de déchirement, par contre-coup, ou par commotion, s'il n'y avait été pourvu comme on va voir.

Et comme, dans les régions où elle est mobile par construction, la colonne vertébrale prend une rigidité temporaire par la contraction des muscles antagonistes, il a dû être dans ces régions pourvu, aux mêmes risques, de la même manière; c'est aussi ce que l'on va voir.

Enfin dans les mammifères, où la queue offre à proportion beaucoup moins de masse (les cétacés exceptés) que dans tous les autres vertébrés; ou bien le canal vertébral ne s'y prolonge pas, ou bien s'il s'y prolonge, la moelle épinière n'arrive pas jusque-là.

Dans les singes à queue prenante, et dans les kanguroos, la moelle épinière ne dépasse pas le sacrum. Or les chocs auxquels cet organe est exposé dans ses mouvements, ne peuvent être nuisibles aux nerfs, dont le faisceau (queue de cheval) occupe la portion ultérieure du canal.

Enfin tel est dans tous les vertébrés, excepté les serpents et les poissons, l'enclavement réciproque des vertèbres l'une par l'autre, qu'elles ne peuvent se luxer, ni conséquemment comprimer la moelle épinière par leur chevauchement. Un pareil déplacement n'est possible qu'à l'articulation de la première vertèbre sur la seconde dans tous les vertébrés, moins les poissons, parce que l'enclavement de ces deux vertèbres est nul, ou presque nul, ou très-peu solide. Le risque de cette luxation, par exemple, serait très-imminent chez les

crocodiles, où la première vertèbre ne s'articule avec la tête en avant et la seconde vertèbre en arrière, que par des surfaces planes de très-peu d'étendue. On sait que cet accident est imminent chez l'homme, par l'effet de la simple suspension. Alors les ligaments qui fixent à l'occipal l'apophyse odontoïde de l'axis, risque beaucoup de se rompre. Cette rupture entraîne presque infailliblement le passage de cette apophyse au devant de l'arc antérieur de l'atlas. La rupture de cet arc de l'atlas qui limite seul la projection de la tête, en arrière, et celle du ligament annulaire de l'odontoïde, qui limite seul la projection horizontale de la tête en avant, entraînent aussi presque nécessairement cette luxation et ses suites. Car les articulations collatérales des lames, ayant ici leurs plans à très-peu près parallèles au plan des faces articulaires des corps, ne forment que très-peu ou point d'obstacles à des déplacements horizontaux; à quoi il faut ajouter qu'ici les lames ne sont point fixées l'une sur l'autre par des ligaments jaunes.

Dans tous ces cas la moelle épinière est comprimée, et la mort en est la suite nécessaire.

Voici par quels moyens la moelle est préservée des chocs, des contre-coups, des commotions, que peut et doit même nécessairement éprouver la colonne vertébrale.

La moelle épinière ne remplit pas à beaucoup

près le calibre du canal vertébral. Elle est contenue dans un tube membraneux, qui n'est pas lui-même appliqué aux parois de ce canal, et dont les parois intérieures sont elles-mêmes écartées de la surface de la moelle, de sorte que c'est à travers deux espaces concentriques l'un à l'autre, que ces chocs, ces commotions, devraient se transmettre. Mais ces espaces ne sont pas vides; ils sont chacun remplis par des substances merveilleusement assorties par leurs densités pour amortir les vibrations imprimées à la colonne vertébrale, et en empêcher la transmission.

Mais d'abord le tube membraneux qui sépare concentriquement la cavité de la colonne vertébrale en deux espaces cylindriques, n'est pas libre et flottant dans le canal osseux. Il est fixé à droite et à gauche à chaque vertèbre par les cordons des nerfs, qui reçoivent de la membrane très-solide du tube (ou dure-mère) une gaine transversalement ou obliquement dirigée vers le trou inter-vertébral, où cette gaine se confond avec le perioste. Ces gaines collatérales, renforcées à la région cervicale des quadrupèdes par des brides fibreuses tendues entre deux gaines voisines, comme le ligament dentelé l'est entre deux faisceaux de racines nerveuses, fixent donc assez solidement la dure-mère, et préviennent les oscillations latérales du tube. Restent les oscillations en avant et en arrière, et dans les arcs intermédiaires à ces directions et aux rayons

transverses. Mais ces oscillations sont empêchées par l'adhérence filamenteuse du tube aux parois antérieures du canal, et par un autre obstacle encore, car tout l'intervalle du tube de la dure-mère aux parois osseuses du canal, est rempli par une sorte de graisse demi-fluide ou suc médullaire, à peu près semblable à celui qui remplit la cavité des os longs. Cette couche, par sa nature, est un premier isoloir pour les vibrations ; mais comme les molécules de cette substance ne sont pas parfaitement mobiles l'une sur l'autre, on voit qu'elles sont encore capables de transmettre des vibrations.

La moelle épinière est elle-même fixée latéralement aux parois de son tube, de la même manière que l'est celui-ci aux parois du canal. A la face interne de la dure-mère s'attachent, par leurs pointes, des festons fibreux, tendus le long de la moelle, et dont la série constitue le ligament dentelé.

Si l'intervalle de la dure-mère à la moelle avait été vide, des vibrations même assez légères fussent parvenues jusqu'à cet organe, et les moindres suites de son ébranlement auraient pu être la rupture de quelques attaches du ligament dentelé. Dès-lors la situation de la moelle épinière n'eût plus été fixe par rapport à l'axe du canal, qui n'est pas le même que le sien. Elle eût joué nécessairement dans toutes les directions, et la moindre secousse du corps aurait entraîné des chocs contre les parois du tube membraneux. Et comme les fi-

lets d'insertion des nerfs sont extrêmement mous et fragiles, la moindre déviation de la moelle hors de son axe de situation eût entraîné leur rupture. Dès-lors plus de transmission du mouvement, ni du sentiment; l'animal était paralysé.

Or jusqu'au moment où l'expérience a fait découvrir que le large intervalle, de la dure-mère à la moelle épinière, est plein d'eau dans les mammifères et les oiseaux, tous ces accidents, également funestes ou même mortels, auraient dû être des risques de tous les instants, si les choses avaient été chez ces animaux comme le croient encore tous les anatomistes et physiologistes. (1)

Dans les poissons osseux le mécanisme protecteur de la moelle n'est plus le même, le canal vertébral n'est pas divisé en deux cavités concentriques. Il n'y a pas de dure-mère, tout l'intervalle des parois osseuses à l'enveloppe archnoïdienne de la moelle, est plein d'une huile plus ou moins concrète, et cette enveloppe ne contient qu'une très-petite proportion d'eau, comparativement à celle des mammifères. Dans les raies et les squales, le canal vertébral n'est pas non plus divisé en deux cavités concentriques, mais il n'y a plus d'huile autour de l'enveloppe d'eau qui remplit seule l'intervalle de la moelle aux parois du canal. Cette eau

(1) Nous décrirons, 1re section du second livre, les rapports de l'enveloppe intérieure d'eau avec l'arachnoïde et la moelle.

est surtout très-abondante dans le crâne, dont elle occupe au moins la moitié de la capacité.

Un fluide incompressible, dont les molécules sont plus ou moins complètement mobiles l'une sur l'autre, en remplissant l'intervalle de la moelle à son enveloppe dans les mammifères, maintient donc invariable la position de la moelle par rapport à l'axe du tube, lequel à son tour conserve invariablement sa forme, puisqu'il est lui-même maintenu à distance des parois inflexibles d'un canal osseux. Des secousses, des commotions seules pourraient faire dévier l'axe de la moelle. Mais la mobilité des molécules du liquide absorbe les vibrations que la première enveloppe aurait pu transmettre; et de plus les étais latéraux, que fournissent les ligaments dentelés, soutenus par un fluide aussi dense que l'eau, acquièrent une solidité nullement en rapport d'ailleurs avec leur texture. La moelle épinière est donc mieux protégée contre les commotions, que le fœtus dans l'eau de l'amnios; et même que le vitellus dans le blanc de l'œuf, puisque le jaune n'est maintenu fixe sur le plus grand diamètre de l'œuf, qu'entre ses deux chalazes.

Cette protection contre les vibrations s'étend aussi au cerveau. Mais elle était nécessaire, à un plus haut degré, à la moelle épinière, dont la consistance est constamment moindre, et ensuite parce que le cerveau, plus éloigné du centre des mouvements de l'animal, n'en reçoit les vibrations que décompo-

sées, à travers les articulations flexibles du cou.

Dans le même animal les conditions isolantes ont été graduées sur l'intensité des vibrations à intercepter. Cette même proportion des moyens à l'objet est observée rigoureusement, suivant la différence de densité des milieux d'existence des animaux.

Tous les animaux aquatiques ne peuvent éprouver, soit par l'effet de leur pesanteur, soit par l'effet du choc des mobiles qui les atteindraient, que des ébranlements très-petits relativement à ce qui leur arriverait dans l'air, puisque l'intensité de ces ébranlements est représentée par l'excès de la masse des mobiles ou des animaux eux-mêmes, sur la densité de leur milieu d'existence. Aussi le moyen d'isolement est-il bien moins puissant, quoiqu'aussi parfait dans son résultat, pour la moelle épinière des poissons et autres animaux aquatiques, que pour celle des animaux vivant sur terre.

Enfin parmi les animaux aériens, cette proportion se trouve encore graduée sur la différence de densité des corps, contre lesquels l'animal doit imprimer les chocs dont la réflexion lui communique l'impulsion nécessaire à sa progression.

L'air, dont la réaction sur l'oiseau lui imprime une impulsion proportionnelle à la vitesse du battement de ses ailes, agit à la fois sur tous les points de leur immense surface. Tandis qu'au contraire l'homme ou le quadrupède, courant ou sautant

à terre, ne reçoit l'impulsion que par un levier d'un très-petit diamètre, qui concentre toute la réaction sur le derrière de la colonne vertébrale. Les effets sont bien plus différents encore lorsque sa gravité ramène l'animal sur le plan d'où il s'est enlevé. Dans l'air le choc est nul par rapport à l'oiseau : à terre, et en raison de la résistance du sol, le choc est si considérable pour le quadrupède et l'homme, que si la secousse n'était pas amortie par les articulations toujours fléchies alors, la commotion, transmise au cerveau, serait mortelle pour des sauts d'une hauteur assez petite. Il n'est personne qui n'ait eu occasion d'en juger, en sautant de haut sans fléchir les articulations.

Aussi la quantité d'eau est-elle à proportion bien moindre dans la dure-mère de l'oiseau, que dans celle du quadrupède (1).

(1) J'avais découvert, en 1821, chez les poissons cette invariabilité de la position de la moelle épinière, et son isolement de toute vibration imprimée au corps. C'est au milieu de 1824, qu'en incisant la dure-mère au-dessus du quatrième ventricule chez des quadrupèdes vivants, M. Magendie a découvert que la cavité de la dure-mère était pleine d'eau.

CHAPITRE III.

DES RAPPORTS DE GRANDEUR ET DE FIGURE ENTRE LA MOELLE ÉPINIÈRE ET LA COLONNE VERTÉBRALE.

La figure extérieure des vertèbres et de la colonne vertébrale, étant ainsi calculée pour des états d'équilibre et de résistance, et pour des genres de mobilité totale ou partielle, très-différents suivant la nature des animaux, il importe de savoir s'il existe aussi quelque corrélation entre la forme et les proportions de son canal et celles de la moelle épinière. Cette recherche était tout aussi neuve que la précédente. Mais nous n'avons pas été à même de la porter aussi loin; car il ne suffit pas ici d'examiner isolément le canal osseux, il faut y voir sur place et dans leur intégrité toutes les parties qu'il renferme.

Chez l'homme seulement on avait déterminé les proportions du canal vertébral dans ses diverses régions, mais sans dire le rapport de ces proportions avec celles des tronçons correspondants de la moelle, et avec les nerfs. Chez les animaux, rien absolument n'avait été observé à cet égard.

Ces corrélations, autant que nous les avons pu

étudier, se bornent réellement au calibre et à la longueur de la moelle et de son canal.

1°. La longueur de la moelle épinière ne dépend pas de celle de la colonne vertébrale, ni de celle du canal vertébral. Car chez tous les mammifères, sans exception, la moelle épinère se termine en avant ou dans la longueur du sacrum; et néanmoins chez beaucoup d'entre eux les fourmiliers, les pangolins, les singes à queue prenante, les didelphes, etc., la queue se prolonge en arrière, d'une quantité souvent égale à la longueur du corps, et alors le canal vertébral peut se prolonger dans les trois premiers quarts de cette queue (ex. les fourmiliers).

Bien plus, la moelle épinière est presque moitié plus longue dans l'homme, qui n'a aucun prolongement coccygien antérieur, que dans le hérisson, où ce prolongement est à peu près le quart de la longueur du corps.

Enfin dans plusieurs poissons, la baudroie, et le poisson lune, la moelle épinière est encore bien plus courte que dans le hérisson, où elle n'occupe pas le tiers du canal; car dans le dernier de ces poissons elle n'en occupe pas la trentième partie de la longueur.

Et chez les batraciens, dans deux genres très-voisins, le crapaud et la grenouille, la différence de longueur est de 1 à 2, celle du canal étant semblable.

Tout ce que l'on a dit sur les rapports directs

de longueur, entre la moelle et la colonne vertébrale, est donc inexact.

2°. Dans tous les cas les augmentations de calibre du canal vertébral correspondent à des augmentations constantes de calibre de la moelle. C'est à cela que tient l'augmentation de ce calibre, dans le bas de la région cervicale et au bas de la région dorsale, chez l'homme, et son rétrécissement dans les régions extrêmes et intermédiaire. Il en est de même pour les régions interscapulaire et interiliaque de l'oiseau et des tortues, opposées aux régions intermédiaire et terminales des mêmes animaux.

Partout la grandeur des trous intervertébraux marque le volume des ganglions correspondants, situés sur les nerfs à leur sortie, et le volume de ces nerfs eux-mêmes. Et comme le volume de ces nerfs croît avec leurs forces sensitives, on voit que la grandeur des trous intervertébraux est un indice de la sensibilité tactile des parties où se distribuent les nerfs sortis par ces trous.

Dans les bœufs, les chameaux, chez les ruminants, chez les chevaux, etc., ces trous aux dos ne sont pas entre deux vertèbres, mais creusés sur la largeur de la lame à sa base.

Ainsi dans les singes à queue prenante la grandeur des quatre ou cinq premiers trous coccygiens correspond au volume des nerfs de l'espèce de doigt qui termine cette queue; et les trous inter-

vertébraux des lombes sont bien plus grands à égalité de taille dans un singe, où les pieds sont de vraies mains, que dans un chien ou un chat, et surtout que dans un animal à sabots, un cochon, un chevreuil, un âne, où la sensibilité tactile est presque nulle.

3°. La colonne vertébrale participe aux effets des causes perturbatrices du développement de la moelle.

Quand les couches intérieures de la moelle ne se forment pas, qu'il s'accumule de l'eau dans le canal de la moelle, et qu'alors elle acquiert un plus grand volume, l'arc supérieur des vertèbres correspondantes aux tronçons malades, ne se ferme pas; les lames restent écartées; les apophyses épineuses ne se forment point, et il existe alors ce que les chirurgiens appellent *spina-bifida*. Il en est de même quand la moelle épinière ne s'est pas formée du tout, et que la dure-mère est remplie par un amas d'eaux qui en distendent le calibre.

4°. Les déformations de la colonne vertébrale n'influent guère sur la moelle épinière quand elles ne consistent que dans de simples courbures.

SECTION II.

DU CRANE OU DE LA TÊTE OSSEUSE.

La tête suspendue à l'extrémité antérieure de la colonne vertébrale est un assemblage de cavités, de fosses, de trous, de conduits osseux, communiquant tous ensemble, sinon immédiatement, au moins par l'intermédiaire de quelqu'un de ces trous, de ces conduits.

La principale de ces cavités, non pas toujours à cause de sa grandeur, mais à cause de sa position au centre de toutes les autres qui y aboutissent, est la cavité cérébrale.

Cette cavité, dans les parois latérales de laquelle existent deux autres cavités plus petites, contenant l'organe de l'ouïe, constitue le crâne proprement dit.

Les orbites, contenant l'organe de la vision, les narines, celui de l'odorat, la bouche, celui du goût, conjointement avec ceux de la préhension et de la mastication des aliments, composent la face. Dans un grand nombre de vertébrés, le principal organe du toucher réside aussi à la face sur l'extrémité du



museau. C'est alors une trompe, un boutoir, un mufle.

Des cloisons osseuses immobiles séparent ou du moins circonscrivent ces cavités, ces fosses, ces conduits.

Tout immobiles qu'elles soient, ces cloisons n'en ont pas moins ordinairement une composition très-compliquée pour le nombre et pour la figure de leurs pièces.

On a essayé récemment de ramener à l'unité de nombre, dans tous les vertébrés, les éléments de cette composition. Par la nature des choses, cette entreprise était, comme on va voir, moins exécutable encore que celle dont on vient de démontrer l'inutilité, en exposant la construction de la colonne vertébrale. Car de même que dans une machine, l'exclusion d'un système quelconque de mouvements nécessite l'absence des rouages et des leviers qui auraient été employés à le produire, de même dans la mécanique animale il n'y a pas de pièces inutiles. Quand une fonction (c'est-à-dire un système de phénomènes combinés pour un même résultat) se trouve exclue, ses organes manquent absolument, à moins qu'ils ne soient l'instrument commun de plusieurs fonctions dont quelqu'une subsiste encore. Ceux mêmes qui ont le plus étrangement abusé de l'argumentation analogique, n'ont encore osé prétendre retrouver chez les cétacés, ni le fémur, ni le tibia et le péroné, ni aucune des

autres parties, soit osseuses, soit musculaires, etc., des membres abdominaux. Il n'existe effectivement chez ces animaux d'autres traces de ces membres, que deux petits arcs osseux tendus en travers des muscles du ventre, où certes ils servent à autre chose qu'à justifier une proposition métaphysique.

Tels sont aussi les os de la tête. Leur existence ou leur absence est liée à celle de quelque phénomène sensitif, mécanique ou chimique, et par conséquent à celle de son organe. Si la tête n'est plus le siége que d'un moindre nombre de phénomènes, sa construction se simplifie ainsi que les éléments de cette construction.

Néanmoins avant de disparaître entièrement, les os, comme les organes dont ils font partie, subissent des dégradations progressives. La dernière de ces dégradations est ce qu'on a nommé *état rudimentaire.*

Les poissons et les reptiles ayant, comme on le verra, l'encéphale ou le cerveau le plus petit et réduit au moindre nombre de parties, leur crâne est nécessairement le moins compliqué, et composé d'un moindre nombre de pièces, et quand ils ne sont pas anéantis, tous les os qui en sont ainsi exclus entrent réciproquement dans la construction de parties nouvelles à la face.

Les mammifères ayant au contraire l'encéphale le plus composé, leur crâne doit admettre un plus grand nombre de pièces, et réciproquement leur

face doit être d'une construction plus simple.

Par une raison semblable, la plupart des organes des sens étant à la fois plus développés chez les poissons et les reptiles, leur face est plus compliquée.

Et les mammifères ayant au contraire les organes des sens, excepté celui de l'odorat, moins développés que les deux autres classes, la face est chez eux d'une construction plus simple.

Il faut ajouter à ce dernier rapprochement que dans les poissons une mobilité particulière aux parties antérieures et latérales de la face, concourt encore à produire cette complication du mécanisme qu'on y observe.

CHAPITRE PREMIER.

DU CRANE PROPREMENT DIT.

Le crâne des poissons et des reptiles, étant le plus simple, sa composition, une fois connue, rendra plus claire celle du crâne des oiseaux et des mammifères.

C'est par la même raison que nous commencerons l'exposition de la structure de la face, par les mammifères.

Observons d'abord, que dans le plus grand nom-

bre des reptiles, le crâne n'est pas une boîte régulièrement fermée par des parois percées seulement pour les vaisseaux et les nerfs, comme on pourrait se le figurer d'après la connaissance du crâne de l'homme. Ce n'est le plus souvent qu'une charpente à jour, où les pièces sont plutôt arcboutées par leurs pointes, que juxta-posées par tous leurs bords. Sur l'animal entier les intervalles de ces cadres sont fermés par des membranes, des cartilages, qui achèvent de déterminer, et l'amplitude, et la forme de la cavité. Il est bon d'avoir cette disposition présente à l'esprit, pour ne pas prendre à la lettre les dénominations que nous devrons employer.

En parlant des os, l'identité des termes n'exprime que des positions semblables. Car les os, étant nécessairement inertes, ne pourraient avoir d'autre caractère que leur forme; mais cette forme est essentiellement variable d'un animal à l'autre.

On a vu que l'extrémité postérieure du corps de la vertèbre, dans les reptiles, est constamment une proéminence convexe articulée dans une cavité semblable de la vertèbre suivante. Il n'y a d'exception que dans les salamandres, où toutes les vertèbres ont leur face antérieure convexe et la postérieure concave. Dans la sirène et le protée, les deux faces du corps vertébral sont faites comme dans les poissons. Il en est de même dans les *ichtyosaures* fossiles.

C'est aussi par une proéminence arrondie que le crâne de presque tous les reptiles non batraciens s'articule sur la première vertèbre.

Cette proéminence n'est pas formée par un seul os. Trois os collatéraux y contribuent chacun par une petite facette sphérique. Ces trois os sont. 1° au milieu, l'occipital inférieur ou basilaire, 2° latéralement les deux occipitaux latéraux.

Ces deux occipitaux latéraux s'inclinent l'un vers l'autre en formant un arc au-dessus du basilaire. L'anneau qui en résulte correspond à celui des vertèbres, et son usage est aussi de circonscrire la moelle épinière à son entrée dans le crâne.

En dessus ces deux occipitaux enclavent plus ou moins une quatrième pièce nommée occipital supérieur.

1° *Dans les Sauriens.*

Chez les caméléons ces quatre os forment réellement un anneau qui rappelle parfaitement la forme générale des vertèbres.

Dans ces mêmes reptiles, au devant de l'anneau occipital, le crâne n'est plus fermé latéralement. Sur le devant du basilaire, s'articule le sphénoïde, os impair et unique, en forme de croix, dont la longue branche styliforme proémine jusque sous la face. La branche transversale est très-mince d'avant en arrière. Au devant de l'occipital latéral, s'articule le rocher contenant constamment les nerfs

de l'audition. En haut la voûte est formée par la partie postérieure du frontal moyen; mais le rocher reste écarté de ce frontal.

Le pariétal, ordinairement encadré par le frontal et l'occipital supérieur, est ici complètement superposé à ce dernier os, et se prolonge en arrière comme une longue épine, au-dessus du cou.

Dans le crâne des caméléons, six os seulement (trois de ces os sont pairs) forment donc les parois de la boîte cérébrale.

Le second segment du crâne ne forme donc pas un anneau complet.

Chez les monitors l'anneau occipital reste à peu près formé comme dans les caméléons, avec plus d'étendue dans le sens de l'axe. Mais le pariétal est intercalé entre les occipitaux et les frontaux moyens. Ce pariétal forme la plus grande partie de la voûte du cerveau, à laquelle le frontal ne contribue que par une petite portion. Le sphénoïde occupe sa place invariable devant le basilaire, et le rocher la sienne, devant l'occipital latéral. Sur les côtés et en avant, le crâne est largement ouvert. Mais sa limite antérieure est marquée par deux stylets verticaux et parallèles, distants l'un de l'autre d'environ le tiers du travers de la tête, et dont la pointe supérieure inarticulée regarde le pariétal. La pointe inférieure s'articule sur le ptérigoïdien interne.

Deux os de plus chez les monitors, savoir, le pariétal et ce stylet vertical, appartiennent donc aux parois du crâne.

Par leur position en dehors des parois du crâne, ces stylets, si effilés et ainsi articulés sur les pterigoïdiens en bas, peuvent-ils correspondre à une lame largement aplatie, qui, dans les crocodiles, ferme les côtés du crâne au devant du rocher, en s'articulant supérieurement au pariétal et correspondant inférieurement au sphénoïde par un bord libre, et formant à elle seule le tiers de toute la paroi latérale du crâne? Cette pièce, surtout dans les crocodiles, où elle est le plus développée, converge antérieurement vers la lame opposée, dont elle reste écartée sur toute la hauteur du bord correspondant. C'est par cet intervalle que passe en haut le nerf olfactif; en bas, le nerf optique. Les autres nerfs de l'œil, moins la 6e paire qui suit un canal du sphénoïde, passent par des trous particuliers de cette lame.

Cette lame a été nommée grande aile du sphénoïde, quoique jamais, chez les reptiles ni chez les poissons, elle ne soit soudée ni articulée à cet os, et qu'au contraire elle le soit presque toujours au pariétal et à la partie postérieure du frontal.

Par sa connexion si différente chez ces ovipares, de celle qu'on lui verra chez les mammifères, cette grande lame offre un exemple du peu de réalité de la plupart des analogies dans le squelette.

Dans tous les genres de tortues les parois de la cavité cérébrale sont formées par les mêmes os que dans les crocodiles; sauf la séparation en deux

os de l'occipital latéral, vu le développement supérieur de la cavité auditive des tortues. Ce qui forme en dehors de l'occipital latéral ordinaire, partie annulaire constante du grand trou de sortie de la moelle épinière, un occipital extérieur. dans lequel est percée tout entière la fenêtre ronde du labyrinthe, et qui contribue avec le rocher, par deux échancrures correspondantes, à former la fenêtre ovale; fenêtres dont la première, partout ailleurs, est tout entière dans l'occipital latéral. Dans tous ces genres la paroi latérale antérieure du crâne est une grande lame du pariétal réfléchie en bas, qui n'offre même jamais la moindre trace de suture avec la voûte de ce pariétal. Il n'y a donc pas la moindre trace d'aile sphénoïdale, soit antérieure, soit postérieure. Et comme dans le cas où cette grande aile paraît exister, elle est réunie par une suture au pariétal, par exemple, dans les crocodiles, on voit que la constance de sa connexion avec la voûte du crâne, contredit ce nom de grande aile du sphénoïde, os qui est le centre de la base de cette boîte.

Dans la membrane cartilagineuse, formant la paroi latérale antérieure de la cavité cérébrale des lézards, est un os de forme très-variable, dont on veut faire aussi une grande aile sphénoïdale. Cet os est par conséquent indépendant du stylet arcboutant le ptérigoïdien sur le pariétal, et dans lequel on a voulu aussi voir cette aile, bien qu'il soit extérieur à la paroi latérale du crâne.

De l'extérieur du crâne.

Tous les os dont la face interne contribue à former les parois de la boîte cérébrale, n'ont pas leur face externe libre et découverte. D'autres os peuvent les doubler en dehors en s'y appliquant par des surfaces, ou en s'y arcboutant par des bords et par des pointes. Ces os collatéraux se rejoignent, à leur tour, en dehors pour former sur les flancs du crâne, des voûtes, des fosses ou des trous, qui font réellement partie de la face. Ces agrandissements de la face sont principalement relatifs à des attaches plus larges et plus nombreuses, de muscles surnuméraires pour les mouvements de la mâchoire inférieure.

Il serait trop long et inutile au but de cette introduction, non-seulement de décrire ces agrandissements, mais même de les indiquer partout où ils existent. On en pourra prendre une idée par leur disposition chez les crocodiles et les tortues, où ils atteignent à leur maximum de proportion et d'utilité.

Trois trous s'ouvrent de chaque côté à la voûte du crâne, dans les crocodiles et la plupart des lézards.

1°. Le plus postérieur, qui est aussi le plus voisin de la ligne médiane, est formé en dedans, par le pariétal échancré, en avant, en dehors et en ar-

rière, par le mastoïdien et le frontal postérieur, projetés l'un vers l'autre latéralement.

2°. L'autre, sur un plan un peu inférieur, est borné en dedans et en haut par la jonction précitée du frontal postérieur et du mastoïdien; en arrière, par la caisse et le temporal; en dehors et en avant, par le jugal articulé antérieurement avec la branche inférieure du frontal postérieur.

3°. Le trou antérieur est l'orbite. Nous en parlerons à l'article de la face.

Ces deux premiers trous forment, par l'élargissement des os aplatis qui les circonscrivent, la voûte de la fosse temporale.

Dans les tortues de mer et la plupart des émydes ou tortues d'eau douce, cette voûte, sans la moindre interruption, s'étend depuis l'orbite jusqu'au plan vertical de la région occipitale, occupant ainsi presque les deux tiers de la longueur de la tête. Tout le toit de cette voûte est formé par une lame repliée le long de la crête du pariétal, et toutes ses parois latérales montantes, par le frontal postérieur, le jugal, le temporal, le mastoïdien, et même la caisse, tous à peu près uniformément aplatis.

Dans les tortues terrestres, toute la lame du pariétal voûtant la fosse temporale, a disparu, et tous les os du contour latéral ont repris des formes allongées ou cubiques, de sorte que supérieurement la fosse temporale n'est marquée que par une arcade zygomatique assez étroite sur toute sa lon-

gueur; et dans les chelydes, toute cette arcade a disparu.

Les émydes ou tortues d'eau douce sont intermédiaires aux marines et aux terrestres, pour la construction de la fosse temporale.

Enfin dans toutes les tortues, mais surtout dans les tryonix, où la tête est portée par un plus long cou, la région occipitale est profondément échancrée latéralement entre une longue éminence formée par l'occipital extérieur et le mastoïdien en dehors et l'épine du pariétal au milieu. Cette épine a presque le tiers, et l'éminence occipito-mastoïdienne le quart de la longueur totale de la tête.

Dans les lézards ordinaires, les iguaniens et surtout les monitors, la fosse temporale n'est plus circonscrite que par des os de dimensions presque linéaires. Et les prolongements par lesquels, le frontal postérieur et le mastoïdien, qui se rencontrent dans les crocodiles et y séparent les deux trous supérieurs de la voûte temporale, n'existant pas, il n'y a qu'un seul trou au haut de cette partie de la tête. Ce trou est formé en dedans par l'échancrure du pariétal, en dehors par l'épine du frontal postérieur et par le temporal que le mastoïdien unit en arrière à l'occipital latéral. Dans les stellions et les iguanes le jugal vient renforcer cette arcade de la fosse temporale. En parlant du mécanisme du crâne, nous montrerons quel faible point d'appui des arcs si frêles offrent aux mouvements de la

mâchoire inférieure, dont l'énergie est toujours en proportion de la masse des muscles, et de la solidité et du nombre des points fixes que ces muscles prennent sur des surfaces osseuses plus étendues, et dont le plan est plus perpendiculaire à la direction de leurs fibres.

Ainsi donc le mastoïdien, la caisse, le temporal, le frontal antérieur, et, dans les tortues, la lame saillante du pariétal, sont cinq os démembrés du crâne proprement dit, qu'ils doublent et recouvrent en dehors, et par conséquent tout-à-fait étrangers au cerveau.

2°. *Ophidiens ou serpents.*

La boîte cérébrale des serpents reste composée du même nombre de pièces que chez les sauriens. Le pariétal, comme chez les tortues, forme en se repliant en bas jusqu'au sphénoïde, la paroi latérale du crâne. La quille du sphénoïde se prolonge toujours très-loin en avant. Les frontaux intermédiaires participent aussi à cet agrandissement des pariétaux, et, comme pour ceux-ci, leurs flancs se replient en bas jusque près de la ligne médiane, où ils sont contigus à la pointe du sphénoïde.

Des quatre os articulés à demeure sur les flancs du crâne des sauriens, où ils circonscrivent les fosses et les trous, dont l'ensemble de chaque côté a plus d'étendue transversale que la boîte cérébrale, laquelle

par-là n'occupe réellement que moins du tiers du travers du crâne : 1° le mastoïdien, sous forme de lame écailleuse quadrilatère, repose par une articulation mobile sur le quart postérieur de la face externe du pariétal, et se prolonge horizontalement en arrière, de manière à déborder plus ou moins l'anneau occipital; 2° la caisse sous forme de levier, toujours plus long que le mastoïdien, est suspendue à l'extrémité postérieure de cet os, et dirigée obliquement en avant et en bas.

Ces deux os forment aussi un levier coudé, dont le point d'appui est sur le pariétal. Dans les serpents à mâchoires très-dilatables, ces deux bras de leviers peuvent se redresser, et jouer sur la surface du crâne, comme le bras de l'homme sur les flancs. Et comme la mâchoire inférieure s'articule sur l'extrémité inférieure de la caisse, le centre et le point d'appui des mouvements de cette mâchoire est en définitive sur le pariétal à la partie supérieure et postérieure du crâne.

Dans les serpents à mâchoires moins dilatables, l'extrémité inférieure de la caisse s'articule sur un prolongement de l'os ptérigoïde interne qui déborde l'occipital en arrière.

Il n'y a point de temporal chez les serpents. Il résulte de l'absence de cet os et de la disposition des deux précédents, que les serpents sont les seuls reptiles où la forme du crâne représente à peu près celle de l'encéphale. Je dis à peu près, car

d'abord les os supérieurs du crâne n'ont pas leurs deux faces, intérieure et extérieure, régulièrement parallèles, et de plus l'encéphale ne remplit pas toujours parfaitement le crâne.

Deux genres de serpents, les *cécilies* et les *amphisbènes*, n'ont point l'occipital articulé sur la première vertèbre par un seul condyle, mais par deux bien écartés l'un de l'autre, surtout dans les *cécilies*.

Dans ces deux derniers genres, ainsi que dans les *rouleaux* du *tortrix*, l'état rudimentaire de l'œil coïncide avec le défaut de frontal postérieur au crâne, et de lacrymal à la face. L'amphisbène a la boîte cérébrale faite comme on va voir chez les batraciens.

3°. *Batraciens* (1).

Il n'y a plus aux parois de la cavité cérébrale, dans les batraciens ordinaires, les salamandres, la

(1) J'ai extrait cet article de celui de M. Cuvier, sur la tête des batraciens. (Rech. sur les ossem. foss., nouv. éd., t. 5, 2e part., chap. 4, p. 386 et suiv.) On verra pourquoi au chapitre du cervelet. Ce n'est qu'à partir de cette feuille, que j'ai pu consulter son travail sur l'ostéologie des reptiles, les précédentes étant déjà imprimées lors de la publication de ce volume. Au reste, nous nous étions en grande partie rencontrés dans la détermination des os. Et cela n'est pas étonnant : désintéressés sur le résultat, nous procédions sans préjugés, et nous n'avions à soutenir ni de ces unités de plan et de nombre, ni de ces harmonies symboliques qui font de chaque partie de l'animal une représentation du tout;

sirène et le protée, que 1° deux occipitaux latéraux, représentant à eux seuls tout l'anneau occipital; 2° en bas, dans les premiers, un seul sphénoïde sans aucune aile, et en haut un seul os rectangulaire, uni postérieurement aux occipitaux et aux rochers, et replié en bas latéralement par deux lames qui n'atteignent pas au sphénoïde. Dans les jeunes individus il est divisé longitudinalement en deux, et ce n'est que dans les jeunes têtards que l'on sépare une partie postérieure de forme ronde, d'une antérieure allongée. Cet os unique des adultes n'est donc réellement qu'un pariétal. Dans la sirène surtout, ce pariétal occupe la même étendue que dans les crapauds et grenouilles, mais il est toujours divisé en deux moitiés. Il en est de même chez les salamandres, où il est le plus petit. 3° En avant de ce pariétal, un os unique, en prisme triangulaire, dont une face est supérieure, les deux autres latérales, s'appuie par une arète inférieure sur la pointe du sphénoïde, et ferme verticalement le crâne en avant, où il donne passage aux nerfs olfactifs, et latéralement à la branche ophtalmique de la cinquième paire.

systèmes, où la connaissance des choses est remplacée par de pures abstractions. Et, il faut le dire, ces abstractions, par leurs conséquences et leurs principes, sont tout-à-fait étrangères aux phénomènes de la vie, qui sont l'objet unique de la science de l'organisation.

La face externe de cet os n'occupe pas dans le crapaud perlé (Cuv., *loc. cit.*, pl. 24, fig. 5) plus de la centième partie de la surface du crâne, où elle est inscrite, de sorte que s'il représente le frontal principal unique des serpents, le pariétal serait immédiatement articulé dans cette espèce avec les frontaux antérieurs. Dans les salamandres il n'y a aussi que le frontal principal, mais divisé toujours en deux moitiés.

Le sphénoïde en forme de croix, dont la tête double en dessous la suture des deux occipitaux, porte à l'extrémité de ses branches transverses le rocher, ayant le pariétal en dessus, l'occipital en arrière, et formant avec celui-ci, auquel il se soude de bonne heure, la fenêtre ovale et la cavité du labyrinthe. L'espace qu'occuperaient les ailes du sphénoïde est fermé d'une membrane par où passent le nerf optique, les autres nerfs de l'œil, et la cinquième paire.

Il manque donc à la boîte cérébrale des batraciens, 1° deux pièces de l'occipital, 2° les frontaux postérieurs, 3° les ailes du sphénoïde, et 4° le frontal principal présumé ne recouvre même pas le cerveau. Outre les quatre os qu'on a déjà vu en être démembrés dans les autres reptiles, comparés aux mammifères, les batraciens manquent donc de 7 à 8 pièces, la plupart paires à leur boîte cérébrale. Nous verrons en parlant du cerveau à quel

déficit de parties cérébro-spinales correspond ce déficit dans la composition du crâne.

4°. *Poissons.*

Comme celui des serpents, le crâne des poissons a sur les flancs des pièces mobiles. Mais cette mobilité n'est plus seulement relative à l'agrandissement de la dilatation des mâchoires. Outre cet usage, les pièces battantes sur le côté de la tête des poissons servent à la fois, et d'arcboutants aux mâchoires, et de parois protectrices et de machines de pression aux organes respiratoires, c'est-à-dire aux branchies. Cette utilité fait déjà soupçonner que ces pièces latérales se divisent en deux groupes. En effet, le premier groupe, composé des mêmes pièces que chez les serpents, sert de point d'appui et de levier accessoire à la mâchoire inférieure : c'est le panneau temporal. Le deuxième groupe, qui n'a rien de comparable dans le reste des vertébrés, se compose de 4 ou 5 pièces que l'on ne peut pas considérer comme des démembrements du crâne, qui n'en présente pas moins ici d'autres pièces surnuméraires dans ses parois. C'est le panneau de l'operculе. Ces deux systèmes de pièces dépendant réellement de la face, seront décrits avec elle.

La boîte cérébrale, proprement dite, résulte du même assemblage d'os que chez les reptiles, où elle est plus complète Ainsi l'anneau occipital est formé de ses quatre pièces. Le deuxième segment résulte

des pariétaux, constamment plus courts qu'aux reptiles, jamais soudés ensemble, et de plus constamment séparés l'un de l'autre en arrière par un os appelé inter-pariétal à cause de sa position. Cette inter-position d'un os médian entre les deux pariétaux, toujours en outre élargis transversalement, a pour objet l'agrandissement transversal de la voûte du crâne, dont les bords doivent servir de point d'appui aux larges panneaux ou battants de la cavité branchiale.

Suivant les genres, le deuxième segment est complété latéralement par la grande aile sphénoïdale, seule ou réunie au rocher. Cette grande aile ne se soude jamais au sphénoïde, mais elle ne se soude jamais non plus au pariétal.

Inférieurement le sphénoïde, semblable à celui des reptiles, en dépasse de beaucoup les proportions. Quelquefois, chez les cyprins par exemple, il déborde en arrière le basilaire, auquel il forme alors une gaine, et se prolonge au-dessous de la première vertèbre articulée sur lui. En avant il se prolonge au-devant du bord antérieur des orbites.

Les grandes ailes sphénoïdales ne sont jamais rapprochées sur la ligne médiane en avant Leur intervalle est complété par des membranes et des cartilages.

Au devant des pariétaux une partie des frontaux contribue à former la voûte du cerveau. L'étendue ou le défaut absolu de cette portion du

frontal dans la boîte cérébrale, dépend de l'existence ou de l'absence du lobe olfactif.

Le rocher ne contient jamais ni les nerfs, ni les canaux demi-circulaires de l'organe de l'ouïe. Toujours solide, il ferme en dehors plus ou moins cette dilatation de la cavité cérébrale, où sont logées à la fois tous les organes de l'audition. Il est toujours situé entre l'occipital latéral, en arrière, et la grande aile en avant. Quelquefois il ne répond plus du tout à la cavité cérébrale; l'occipital latéral et la grande aile rapprochés l'ont rejeté alors au dehors. Dans tous les cas, c'est toujours sur lui que repose la caisse, point d'appui et centre du mouvement à la fois de l'opercule par sa branche postérieure, de la mâchoire et de la grande arcade branchiostège par sa branche antérieure.

5°. *Oiseaux.*

Comme dans le plus grand nombre des reptiles l'anneau occipital a quatre pièces, et est articulé, avec la première vertèbre, par un seul condyle résultant également de trois facettes sphériques, dont la médiane représente les deux tiers du condyle. L'anneau occipital, plus étendu d'avant en arrière que dans pas un reptile, l'est surtout davantage en haut, où l'occipital supérieur répond en effet, comme on le verra, à un plus grand cervelet.

Le deuxième anneau ou segment du crâne a son

arc supérieur formé de deux pariétaux rectangulaires, dont la plus grande dimension est toujours transversale, et dont le contour est à peu près demi-circulaire. Cet arc est continué inférieurement par le rocher et la grande aile sphénoïdale, laquelle est pour la première fois soudée au sphénoïde. Selon que le rocher s'étend plus ou moins en avant, suivant les genres, il empêche ou n'empêche pas le pariétal de s'articuler avec le frontal postérieur. Enfin un sphénoïde unique à longue épine antérieure, complète en bas ce segment, à la voûte duquel le frontal moyen contribue pour une petite partie de son étendue, comme chez les poissons.

Dans les oiseaux comme dans les serpents et les poissons, la mâchoire inférieure ne s'articule pas directement sur le crâne. C'est par l'intermédiaire d'un levier très-peu mobile, formé par un os quadrilatère, qui répond à la caisse des serpents. Cet os carré ou caisse s'articule par son condyle supérieur sur les bords de l'entrée circulaire d'une fosse que circonscrivent l'occipital latéral, le rocher et le sphénoïde.

Ici, encore pour la première fois, le crâne est complétement fermé en avant par la soudure des deux grandes ailes sphénoïdales sur leurs bords antérieurs.

Même avant la naissance, la soudure des grandes ailes ensemble, et avec les frontaux, existe déjà.

A cette époque, il n'y a que les pariétaux qui soient libres par tous leurs bords, ainsi que les occipitaux, qu'on peut séparer très-tard les uns des autres, ainsi que le sphénoïde du basilaire.

Au fond de la fosse, sur l'entrée de laquelle s'articule la caisse, s'ouvrent, comme dans les reptiles, les fenêtres ronde, ovale, et les cellules occipitales, mastoïdiennes et pariétales, suivant les genres. Dans les oiseaux de nuit, ces cellules se propagent même dans l'épaisseur de tous les os de la tête où sur l'animal vivant la section du diploé ne verse de sang que dans le trajet des vaisseaux. Ce fait explique comment il ne se forme pas d'injection sanguine dans le diploé des oiseaux, où l'on a dernièrement prétendu qu'elle résultait de l'action spécifique de différentes substances sur telle ou telle partie du cerveau.

Il n'y a donc que deux segments à la boîte cérébrale ou au crâne proprement dit des vertébrés ovipares. Le premier ou occipital, formé de deux os seulement dans les batraciens, la sirène et le protée, où, comme on le verra, ce déficit de l'anneau protecteur coïncide avec celui de plusieurs des parties contenues, et de quatre os dans tous les autres. Le deuxième, ou sphéno-pariétal, est formé du sphénoïde et du pariétal, admettant ou non pour compléter leur contour, le rocher et l'aile du sphénoïde; et, de plus, dans la plupart des poissons, un os surnuméraire, l'inter-pariétal.

6°. *Mammifères.*

L'anneau occipital est formé comme à l'ordinaire, mais avec un élargissement d'avant en arrière, proportionné dans toutes les pièces aux dimensions du cervelet.

Le second anneau ou segment est formé supérieurement par les pariétaux, enclavant en arrière un inter-pariétal chez quelques genres (par exemple dans les rongeurs); le temporal continue cet arc sur les côtés, et se soude ordinairement en bas avec le mastoïdien, la caisse et le rocher. La grande aile du sphénoïde, ou aile temporale, étant toujours soudée à la partie de cet os qui répond au basilaire, il en résulte un premier sphénoïde distinct de l'antérieur, long-temps après la naissance. Dans la plupart des mammifères, la plus grande dimension du rocher étant transversale, ce n'est que par un angle plus ou moins aigu qu'il s'enclave entre le sphénoïde postérieur et l'occipital inférieur.

Un troisième segment s'ajoute aux deux autres, qui existent seuls chez les ovipares. Ce segment est formé en haut par les frontaux, en bas par le second sphénoïde ou antérieur, et par ses ailes, appelées d'ingrassias ou orbitaires.

Ce troisième segment est nécessité par l'agrandissement du cerveau des mammifères, formé, comme on le verra, d'un plus grand nombre de

parties que celui des ovipares (1). Il y a plus, c'est que par la même raison, les deux segments postérieurs ont aussi à proportion, dans les mammifères, plus d'amplitude en tout sens que dans les ovipares.

Ce troisième segment est fermé en avant par l'ethmoïde, dont il n'existe à la boîte cérébrale des oiseaux qu'une lame verticale enclavée par son bord postérieur entre les grandes ailes rapprochées du sphénoïde. Ici l'ethmoïde est constamment, ailleurs que dans les cétacés, formé de trois parties; deux latérales constituant chacune un assemblage de lames ou de cornets repliés de manière à intercepter un grand nombre d'anfractuosités; l'autre médiane, est une lame verticale servant de cloison à la partie postérieure des narines.

Dans quelques genres de mammifères, plusieurs rongeurs, et surtout parmi les insectivores, les chauves-souris, les hérissons, les taupes, etc., l'ethmoïde forme l'arc inférieur d'un quatrième segment dont le devant des frontaux et les os du nez forment l'arc supérieur.

Tous les os de la voûte du crâne des mammifères s'étalent en lames d'autant plus larges, et ces lames déploient deux faces d'autant plus parallèles, que le cerveau a plus de volume proportionnel.

(1) Les parties cérébrales nouvelles, auxquelles correspond ce troisième segment, sont principalement les corps striés et les circonvolutions correspondantes.

Réciproquement ils occupent moins d'espace, débordent davantage l'un sur l'autre et augmentent d'épaisseur à mesure que le cerveau se rapetisse. C'est ainsi que dans l'homme et les singes, tous les os du crâne, excepté la caisse ou tympanal, donnent des parois au cerveau. Ces os surnuméraires dans les parois du cerveau, sont : 1° l'ethmoïde; 2° le second sphénoïde et ses ailes; 3° le temporal, et 4° le mastoïdien.

De la cavité auditive.

L'organe de l'ouïe consiste essentiellement dans ses nerfs et les membranes tubulaires qui les enveloppent. Mais ces tuyaux membraneux si minces et si flexibles, contenant tous des liquides où baignent les nerfs, avaient besoin d'être soutenus dans leurs formes et dans leur arrangement. La position de ce sens devait donc être plus profonde que celle des autres, et tout-à-fait circonscrite par son enveloppe solide. Voilà pourquoi les cavités auditives sont tout entières dans l'épaisseur de la base ou des côtés du crâne. Les os qui forment cette enveloppe varient d'une classe à l'autre.

1°. Dans les *mammifères*, le rocher, partie du temporal, à laquelle est ordinairement soudée la caisse, contient l'appareil nerveux de l'ouïe; et la caisse renferme un tambour ou réservoir d'air dans lequel s'étend, depuis la membrane du tympan

jusqu'aux fenêtres du rocher, une chaîne de quatre osselets.

Chez la plupart des mammifères les cellules qui s'ouvrent dans la partie postérieure de la caisse, communiquent avec d'autres cellules dont est creusée l'épaisseur du mastoïdien.

Dans les genres où la caisse est très-développée elle reste toute la vie séparée du rocher et du temporal ; tels sont, par exemple, les chauves-souris. Dans ce cas, le rocher, la partie zygomatique du temporal et même le sphénoïde y concourent aussi.

Dans les cétacés où l'oreille paraît peu active, la caisse et le rocher à parois très-épaisses forment un os suspendu au crâne par des ligaments.

2°. Chez les *oiseaux*, 1° l'appareil nerveux ou le labyrinthe est situé dans l'épaisseur du rocher et de l'occipital latéral, et 2° le tambour à air est situé entre l'occipital latéral et le temporal en arrière, et l'échancrure postérieure de la caisse en avant. C'est sur cette échancrure et une semblable du temporal qu'est encadrée la membrane du tympan.

Le tambour a trois prolongements de cellules ; le 1er, dans les occipitaux latéral et supérieur, où les cellules d'un côté s'adossent à celles de l'autre ; le 2e, dans le rocher sous le labyrinthe osseux; le 3e, en avant dans l'épaisseur du sphénoïde jusques à la ligne médiane de la base du crâne. Chez plusieurs oiseaux de nuit, entre autres l'effraye, toutes ces cellules règnent dans toute l'étendue du contour du crâne.

Il n'y a dans le tambour des oiseaux qu'un seul osselet à deux branches, étendu de la membrane tympanique à la fenêtre du vestibule.

3°. Dans les *reptiles* non batraciens (ex. les crocodiles), 1° la caisse communique avec de grandes cellules des occipitaux latéral et supérieur. Celles-ci sont communes aux deux caisses et réunissent les deux organes; 2° quant au labyrinthe, le grand sac du vestibule et les canaux demi-circulaires sont enfermés par le rocher, l'occipital latéral et le supérieur. La cloison entre le labyrinthe osseux et la caisse est percée de deux fenêtres que sépare un filet mince (Cuv., loc. cit., p. 82.). La supérieure répondant à l'ovale, mieux dite vestibulaire, est fermée partie par le rocher, partie par l'occipital latéral; l'autre, ou cochléaire, est tout entière dans cet occipital.

Il n'y a dans le tambour qu'un seul osselet en forme de platine elliptique appliquée à la fenêtre vestibulaire.

Dans les *tortues*, la caisse au maximum de grandeur, forme deux tambours, séparés par un rétrécissement de l'os dont en outre une branche inférieure verticale reçoit le condyle de la mâchoire. Par le trou de ce rétrécissement passe l'osselet auditif en forme de trompette, étendu depuis le tympan jusqu'à la fenêtre vestibulaire située, ainsi que la cochléaire, comme dans le crocodile. Le second tambour est complété en-dedans par le

rocher, les occipitaux, le sphénoïde et un cartilage.

Le labyrinthe est enclavé par le rocher, l'occipital latéral et le supérieur.

Dans les *lézards* ordinaires, le tambour et le labyrinthe sont comme dans le crocodile. Seulement la fenêtre cochléaire s'ouvre à côté d'un autre trou donnant dans le crâne, au fond d'une ouverture commune.

Dans les *batraciens*, il y a une sorte de chaîne auditive formée de trois pièces. L'intermédiaire est une tige osseuse tendue entre deux lentilles cartilagineuses; ce qui est nécessité par la plus grande distance des cadres du tympan à la fenêtre du labyrinthe (Cuv.).

4°. Enfin, dans les *poissons*, une dilatation latérale de la boîte cérébrale fermée seulement du côté du cerveau par un adossement de membranes, forme la cavité auditive. Cette cavité est circonscrite dans les poissons osseux par le pariétal en haut, les occipitaux en arrière, l'aile sphénoïdale en avant, le sphénoïde en bas, le rocher, et médiatement la caisse en-dehors. Dans le merlan ces deux cavités s'adossent, sans autre cloison que leurs membranes, sur la base du crâne, où le sphénoïde est renflé en une sorte de tambour. C'est ainsi que les cellules occipitales ou sphénoïdales s'adossent chez les oiseaux et la plupart des reptiles.

Dans le seul cycloptère lump une sorte de tam-

bour extérieur sous forme de cul-de-sac s'étend sur une longueur de deux pouces à travers les os jusque sous la peau, depuis l'embranchement antérieur des canaux demi-circulaires.

Dans les raies et les squales une sorte de vestibule commun situé à la nuque réunit les conduits cartilagineux où flottent les canaux membraneux demi-circulaires supérieurs.

CHAPITRE II.

DE LA FACE.

Dans le précédent chapitre, nous avons dit quelles cavités sont creusées dans la face, et pourquoi nous commencerions par décrire celle des mammifères. Par la même raison, nous commencerons par ceux des mammifères où elle est moins composée.

Des trois ordres de cavités creusées dans la face et étagées l'une sur l'autre chez l'homme et les singes, il n'y a dans les autres vertébrés que les narines qui soient constamment situées au-dessus de la voûte de la bouche. L'orbite s'y trouve souvent dans le même plan que les narines, et quelquefois elle descend au-dessous du plancher de ces cavités. Toujours elle leur est postérieure où latérale. Les orbites, adossées au crâne dans tout leur

contour supérieur, réclament d'abord notre attention.

1°. *Dans les mammifères.*

Les orbites forment les cavités protectrices de l'œil. Par leurs parois, par les graisses, les glandes et les muscles qu'elles contiennent, elles circonscrivent toujours au moins l'hémisphère postérieur de cet organe. Néanmoins, dans le plus grand nombre des mammifères, cette cavité est très-superficielle sur le squelette. On ne peut donc lui assigner une forme générale dans cette classe.

La face externe du frontal forme constamment la plus grande paroi de l'orbite. Le sommet ou fond de l'orbite est marqué par le trou optique, passage du nerf du même nom, à travers le sphénoïde antérieur. Par conséquent, l'orbite se trouve toujours sur le troisième segment du crâne.

Chez les taupes, les scalopes, les chrysochlores, etc., il n'existe pas de cavité en dehors du troisième segment du crâne. La surface extérieure de ce segment se continue sans rétrécissement en avant, avec la face en arrière, avec la surface du second segment, et la surface de celui-ci se confond aussi avec celle du précédent. De sorte que tout le crâne forme une carène renversée, dont la courbure est partout, à peu près, régulière.

Ainsi il n'y a point au frontal d'apophyse orbitaire, ni d'arcade surcilière. Le maxillaire supé-

rieur ne représente pas une voûte proéminente en dehors des narines, le lacrymal n'existe pas, et l'os jugal est un stylet presque sans épaisseur, étendu en arrière vers l'apophyse zygomatique du temporal.

Il n'y a donc pas d'orbites dans ces animaux, où réciproquement l'œil est réduit à un petit globule de matière noire, dans lequel on ignore encore si pénètre le petit filet nerveux, qui se dirige vers lui. Il n'existe pas non plus de glande lacrymale à laquelle correspond constamment l'os lacrymal.

Mais à mesure que l'orbite se forme, le frontal s'échancre et se voûte en dehors de son articulation avec le maxillaire; l'extrémité postérieure de cette échancrure se relève en une saillie proéminente en bas et en dehors; l'apophyse montante du maxillaire supérieur s'agrandit ainsi que l'os lacrymal. Le jugal occupe dans la face un étage plus élevé, et s'élargit horizontalement en dedans. Un arc plus ou moins saillant proémine de son bord supérieur vers l'apophyse orbitaire du frontal, et cet arc s'élargit en dedans en une lame qui tend toujours à se plus rapprocher du frontal en haut, du sphénoïde en dedans, et du maxillaire en bas à mesure que l'on passe, des ruminants aux rongeurs, des rongeurs aux carnivores, et de ceux-ci aux singes et enfin à l'homme, où l'orbite a quatre parois complètes formées en haut par le frontal, en dedans par l'ethmoïde, le lacrymal et le maxillaire,

en bas, par le jugal, le maxillaire et le palatin, en dehors, par le jugal et l'aile orbitaire du sphénoïde.

Il faut observer toutefois que le nombre des os qui entrent dans l'orbite, n'est pas en rapport direct et nécessaire avec la grandeur de l'œil. Ce nombre dépend à-la-fois et de la grandeur de cet organe et de celle de la glande lacrymale, dont le volume ne dépend pas de celui de l'œil, et de la grandeur relative des narines et de la bouche; enfin, de celle de la fosse temporale et ptérigo-maxillaire, destinées à des insertions musculaires très-différentes suivant les divers mécanismes de la mâchoire inférieure.

Des narines. Devant ou entre les deux orbites, et au-dessus de l'arc de la mâchoire supérieure, s'ouvrent les fosses nasales, sur les parois desquelles s'étend une membrane où s'épanouissent les nerfs de l'odorat.

Dans l'homme et les singes, où ces cavités sont les plus petites, leurs parois sont formées en bas et d'arrière en avant par l'inter maxillaire, le maxillaire et le palatin ; en dedans, par le vomer et la lame verticale de l'ethmoïde ; latéralement, par les maxillaires, le cornet inférieur et le palatin ; supérieurement, par les os du nez, les masses latérales de l'ethmoïde, et le plafond qui les réunit à la lame verticale.

Dans les fourmiliers, outre tous ces os, les fosses

nasales sont circonscrites postérieurement par l'aile interne très-élargie de l'apophyse ptérigoïde, qui continue le plancher des palatins, de sorte que l'orifice des arrière-narines se trouve sous le basilaire (1).

De la bouche. Cette cavité est circonscrite en bas, 1° par les deux branches du maxillaire, latéralement et en arrière par l'hyoïde, en haut par l'inter-maxillaire, le maxillaire et le palatin, et dans les fourmiliers, par la partie horizontale des lames internes des apophyses ptérigoïdes. En général, le nombre des os de la base du crâne qui répondent à la bouche, varie selon la position plus ou moins reculée de la ligne qui joint les deux articulations de la mâchoire au crâne. Ainsi tous les os de la base du crâne y répondent chez les cétacés. Tous les contours des os formant le plafond de la bouche, sont articulés. Les deux inter-maxillaires sont toujours, excepté dans les cétacés ordinaires, le dugong, les tatous, etc., antérieurement percés près de leur bord interne, ou échancrés sur ce bord. Leur double échancrure forme un trou unique, de grandeur variable pour laisser anastomoser des vaisseaux du nez et de la bouche. Ce trou se nomme incisif. Il est double quand chaque inter-maxillaire est

(1) Les baleines ont les narines osseuses construites sur un plan particulier dont j'ai donné le premier la description aux mots *baleine* et *évents*, du *Dict. classiq. d'hist. nat.*

percé, par exemple, chez les ruminants, les chevaux et les cochons.

La fosse temporale n'est séparée de la face que dans l'homme et les quadrumanes. Au-delà, elle est plus ou moins continue avec l'orbite, à mesure que les apophyses orbitaires du frontal et du jugal se raccourcissent, et, par conséquent, s'écartent l'une de l'autre.

Cette fosse est d'autant plus grande que l'arcade zygomatique est plus convexe en dehors, et que les parois du crâne sont moins écartées de l'axe de la tête. Sa grandeur mesure le volume des muscles élévateurs de la mâchoire.

2°. *Dans les oiseaux et les reptiles.*

Des narines. Dans ces deux classes, moins les crocodiles, les narines s'ouvrent dans la bouche au-devant des palatins, entre le bord antérieur de ces os en arrière, l'inter-maxillaire en avant, et les maxillaires en dehors. Le vomer unique chez les oiseaux et les tortues, double dans les monitors et les lézards, sépare les deux trous de cette ouverture.

Chez les crocodiles, c'est derrière le bord postérieur du ptérigoïdien interne, et chez les batraciens, entre les palatins et les vomériens eux-mêmes, que les narines s'ouvrent dans la bouche.

Dans les crocodiles et les tortues, l'inter-maxil-

laire ne donne pas de branche inter-nasale à l'ouverture antérieure des narines. Cette branche inter-nasale ou montante est commune au reste des ovipares sans exception, que l'inter-maxillaire soit double comme dans les oiseaux et les batraciens, ou bien qu'il soit unique et impair comme dans les monitors, les iguanes et tous les lézards ordinaires, les serpents et plusieurs oiseaux.

Plus la branche inter-nasale ou montante de l'inter-maxillaire acquiert de grandeur et surtout d'épaisseur, plus le nasal et le maxillaire supérieur perdent de leurs proportions, et plus les narines sont déjetées latéralement et tendent à devenir superficielles en perdant leur voûte osseuse. On verra au chapitre du nerf olfactif que ce nerf est généralement développé en raison inverse de cette branche inter-nasale de l'inter-maxillaire.

Dans les oiseaux et les reptiles, le contour des narines est formé supérieurement, et au milieu, par l'épine inter-nasale et le nasal double ou unique, quelquefois même, par exemple, les chélydes, par une double épine des frontaux principaux séparant les os du nez; latéralement par ces mêmes os quelquefois très-larges, par exemple, chez les tortues et par les portions faciales du maxillaire et de l'inter-maxillaire.

Ces parties faciales n'existant pas dans les monitors, où l'épine nasale unique n'est qu'un stylet grêle, les narines n'ont pas de plafond osseux. On

verra que dans les poissons, elles n'ont même aucune paroi osseuse.

Dans les oiseaux, l'épine inter-nasale de l'inter-maxillaire se porte entre les nasaux jusqu'à l'ethmoïde intercalé aux frontaux antérieurs.

Le plancher des narines est formé par la partie palatine des seuls inter-maxillaires, dans les batraciens et quelques oiseaux; des inter-maxillaires et des maxillaires, des cornets et des vomériens inférieurs dans les monitors et les serpents; par tous ces os et de plus par les palatins et les ptérigoïdiens internes dans les crocodiles. Il n'existe de trou incisif qu'aux narines des crocodiles, où il est très-petit et unique, et à celles de quelques oiseaux, les canards, par exemple. Il manque aux tortues, aux batraciens, aux serpents, et au plus grand nombre des lézards et monitors.

La cloison des narines est formée par un double vomer supérieur dans les monitors, les lézards, les batraciens et les serpents. Dans les crocodiles, la portion additionnelle des narines a ses deux tubes séparés par une cloison résultant, en arrière de deux hautes arètes qui se répondent verticalement et prolongent dans ce sens le plafond et le plancher du ptérigoïdien, et, en avant, d'un demi-cylindre que projette l'arète supérieure, pour former le plafond et la paroi interne de la portion de narine, dont le palatin forme le plancher.

La lame verticale de l'ethmoïde, qui n'existe que dans les oiseaux, ne donne de cloison nasale que par son bord antérieur.

Des orbites. L'orbite des oiseaux et des reptiles a pour paroi supérieure l'arcade des trois frontaux que borde antérieurement dans les oiseaux et une espèce de crocodiles un os appelé sur-orbitaire, articulé avec le frontal principal dans les oiseaux, avec le frontal antérieur dans les monitors. Mais dans beaucoup de lézards il y a jusqu'à trois sur-orbitaires le long du bord de cette arcade.

Dans les tortues, le grand évasement du nasal lui fait occuper, dans la paroi antérieure et moyenne de l'orbite, la place du frontal antérieur qui n'existe pas. Ou bien c'est le nasal qui manque, si l'on fait de cet os un frontal antérieur, avec M. Cuvier. (*Loc. cit.*)

Antérieurement, le lacrymal qui n'existe que dans les oiseaux, les crocodiles, les lézards ordinaires; inférieurement, le maxillaire, le jugal, et en arrière le frontal postérieur, achèvent le cadre de l'orbite, excepté chez les serpents qui n'ont ni jugal, ni frontal antérieur, mais seulement un lacrymal, et chez les batraciens qui n'ont pas de lacrymaux et où le jugal ne contribue pas au cadre de l'orbite. Son plancher, quand il existe, par exemple chez les monitors et les serpents, est formé par le palatin et les deux ptérigoïdiens interne et externe.

La cloison inter-orbitaire n'est complète que dans les oiseaux, qui la doivent à la lame verticale de l'ethmoïde manquant chez tous les reptiles, où ce qui existe de cloison n'est formé que par le devant des ailes sphénoïdales.

De la bouche. La bouche règne sous tous les os de la base du crâne chez les reptiles et les oiseaux, où le jugal même, entre dans son contour. Dans les monitors trois os de plus que dans les oiseaux contribuent à la voûte du palais; ce sont les cornets et les vomériens inférieurs, et les ptérigoïdiens externes. De ces trois os les cornets sont de moins dans la bouche des serpents.

Le palais se prolonge jusque sous les occipitaux dans les serpents et les crocodiles.

Il existe des dents à tout le contour des inter-maxillaires et des maxillaires chez les crocodiles, les monitors et les lézards et les serpents sans crochets venimeux; de plus il y en a tout le long du palatin et de la moitié antérieure du ptérigoïdien interne dans tous les serpents; vers le milieu de la longueur de ce ptérigoïdien, dans la plupart des lézards ordinaires; aux vomers inférieurs dans les batraciens. Les tortues, les oiseaux et quelques batraciens n'ont pas le moindre vestige de dents. Leurs mâchoires sont garnies de lames de cornes.

Dans les serpents à crochets venimeux, où il est bien plus allongé que dans les serpents ordinaires,

le ptérigoïdien externe, à qui le nom de *transverse*, juste ailleurs, ne peut convenir, puisque cet os est ici parallèle à l'axe de la tête, porte à son extrémité le maxillaire supérieur, à peu près cubique et mobile en charnière dans une gorge formée par le lacrymal en avant, et le frontal postérieur en arrière. De plus, dans tous les serpents, les lacrymaux, les nasaux, les inter-maxillaires, maxillaires, palatins, cornets et ptérigoïdiens, sont plus ou moins mobiles l'un sur l'autre. Il y a aussi dans la région ptérigo-palatine des monitors un peu de cette mobilité, qui y existe chez les oiseaux. Tous les autres reptiles ont les os de la face immobiles (1).

De la fosse temporale. On a vu au chapitre du crâne par quel démembrement de la boîte cérébrale, telle qu'elle existe dans les mammifères, était formée la fosse temporale des reptiles.

Dans les oiseaux, il n'y a que la caisse qui soit démembrée et mobile hors du crâne. La partie zygomatique, mastoïdienne et le rocher du temporal, continuent, comme chez la plupart des mammifères, de ne former qu'un seul os dans la paroi latérale et inférieure du crâne, entre l'occipital, le pariétal, le frontal postérieur et le sphénoïde. En

(1) Les oiseaux, les lézards et les serpents, ont le jugal seul ou avec le ptérigoïdien externe écartés du ptérigoïdien interne et du palatin, et ces deux derniers os, plus le maxillaire, écartés du sphénoïde et du vomer. Ils ont donc au palais deux arcades osseuses de chaque côté.

outre, la fosse temporale des oiseaux n'a pour parois, que la face supérieure de la caisse, l'inférieure de l'apophyse orbitaire du frontal postérieur, et une petite partie de l'aile sphénoïdale. Ni le pariétal, ni les frontaux principal et antérieur, ni les trois autres parties du temporal, ni les occipitaux, n'y contribuent donc plus comme ils le font dans la plupart des autres reptiles, et chez les mammifères.

3°. *Dans les poissons.*

Les *fosses nasales* manquent à la face des poissons, et les quatre groupes distincts d'os pairs, dont on va voir formé chacune de ses deux moitiés, sont, séparément, plus ou moins mobiles sur une longue et forte quille, composée par le sphénoïde, le vomer et l'ethmoïde.

Ce dernier os exclusivement affecté à servir de point d'appui aux inter-maxillaires, a une position plus antérieure que dans les autres classes. Il repose très-peu sur le sphénoïde et presque entièrement sur le vomer toujours unique, et s'appuye quelquefois en arrière et en haut sur la pointe du frontal principal ou des frontaux antérieurs. Sa crête supérieure est toujours la partie la plus proéminente de la face, quand la branche montante des inter-maxillaires est peu ou point développée.

Dans tous les poissons la moitié antérieure du crâne, formée par les frontaux principal et anté-

rieur en haut, l'épine du sphénoïde en bas, l'ethmoïde et le vomer en avant, représente en général une pyramide à trois faces, dont la pointe est au museau, et la base au-devant de la cavité cérébrale.

A droite et à gauche de cette pointe, formée par le vomer en bas, l'ethmoïde en haut, sont fixés, par des ligaments, les inter-maxillaires. Ces os ont deux branches toujours distinctes et quelquefois séparées, la frontale, ou montante et la dentaire, ou palatine, horizontale. S'ils sont très-protractyles, la branche montante peut avoir les quatre cinquièmes de la longueur de la tête, et porter sa pointe dans l'état de repos jusque sur le bord antérieur de l'occipital supérieur après avoir glissé d'abord sur la crête de l'ethmoïde, puis dans une cale longue et profonde des frontaux et des pariétaux. Tel est le cas du zeus-faber, du sparus insidiator, etc.

Quand l'inter-maxillaire est peu protractyle, par exemple chez les gades, les murènes, la branche montante n'est qu'articulée sur la branche dentaire, et toutes deux sont séparément mobiles. La branche montante est même quelquefois divisée en deux tiges parallèles. Cet excès de parties à l'inter-maxillaire est encore plus grand dans le zeus-faber déjà cité; l'inter-maxillaire, unique de chaque côté, y est formé de quatre branches séparées par de profondes échancrures.

Quand l'inter-maxillaire a ses deux branches

séparément mobiles, la dentaire seule est bien développée, et alors a son point d'appui seulement sur le vomer.

Quand le museau n'est plus du tout protractyle, par exemple dans les silures, le maxillaire et l'inter-maxillaire manquent tout-à-fait, et la mâchoire inférieure n'est unie, avec le plafond de la bouche, formé par le vomer très-large en avant, et par l'arcade ptérigo-palatine, très-large en arrière, que par un ligament tendu entre le milieu du bord du maxillaire inférieur et le bord du vomer.

Dans le cas de très-grand développement de l'inter-maxillaire, tel qu'au zeus-faber, les deux pièces qu'on a prises pour le nasal et le cornet inférieur n'existent pas. Ces pièces ne sont autre chose que la branche montante démembrée.

La branche dentaire très-développée s'articule par son extrémité postérieure sur la mâchoire inférieure; exemple, les murènes, et forme ainsi à elle seule le cadre supérieur de la bouche.

Le maxillaire supérieur ne porte jamais de dents. Il s'articule, ou sur le côté du vomer, ou sur le devant du palatin, ou même seulement sur la branche dentaire de l'inter-maxillaire, quand celle-ci est le plus développée, chez les murènes, par exemple. Son extrémité postérieure, ou bien reste inarticulée, ou bien s'articule sur le post-mandibulaire du maxillaire inférieur.

Dans un grand nombre de genres, l'extrémité

antérieure du vomer, élargie inférieurement en forme de disque, porte des dents appelées vomériennes à cause de leur position.

C'est sur le contour antérieur de cette sorte de disque que l'arc dentaire des inter-maxillaires s'appuie dans l'état de repos là où il est protractyle.

Sur les éminences ou apophyses orbitaires du frontal moyen unique, s'articulent en dehors un ou deux petits os quelquefois cubiques : ont peut en faire les frontaux antérieurs.

La grande narine des poissons du genre *murena* est recouverte sur toute sa longueur par une lame osseuse. Mais cette lame existe indépendamment des os dont on vient de parler. Elle est partout inarticulée, et surtout est fort distincte des frontaux.

Les *orbites* situées tout-à-fait latéralement, de sorte que leurs axes sont en général sur le prolongement d'une même droite comme dans les oiseaux, ne sont très-souvent circonscrits supérieurement que par l'échancrure des os frontaux. Il n'y a pas de trace de lacrymal, et les maxillaires n'en font jamais partie. Mais dans un grand nombre de genres, une chaîne de cinq à huit ou dix petites lames osseuses, articulées l'une derrière l'autre, décrit un demi-cercle entre le frontal antérieur en avant, et l'apophyse orbitaire du frontal postérieur en arrière. Il n'y a évidemment rien de semblable à ces os dans aucun animal des autres clas-

ses, si ce n'est l'arc sur-orbitaire des lézards, dont la situation est justement inverse. On verra plus loin pourquoi cet arc osseux est rompu par plusieurs articulations, au lieu d'être d'une seule pièce.

Inférieurement l'orbite est formée par un panneau résultant de l'expansion commune du jugal et du temporal aplatis, panneau que la caisse continue en haut et en arrière vers le pariétal.

La *bouche* des poissons, encore plus grande à proportion que celle des serpents, s'étend jusques au bord postérieur de l'occipital, et son palais se meut tout entier sur la base du crâne et sur l'axe solide de la face.

L'état presque toujours rudimentaire du maxillaire ne laisse réellement que deux arcades au palais, au lieu de quatre que nous y avons vus dans les serpents, les monitors et les oiseaux.

La chaîne du palatin et des deux ptérigoïdiens contigus l'un à l'autre et articulés en avant sur le palatin, et en arrière sur l'extrémité antérieure du préopercule seulement, ou en même-temps sur le jugal, forme de chaque côté l'*arcade ptérigo-palatine.*

Selon que le museau est plus ou moins allongé, la tête du palatin s'articule ou seulement avec une saillie inférieure du frontal moyen, correspondante au pilier frontal des sauriens, ou bien le palatin dépasse beaucoup l'extrémité du frontal, et, prolongé parallèlement au vomer, il s'appuie sur

le côté de cet os à une distance variable de son extrémité ou sur cette extrémité même. Alors l'arcade ptérigo-palatine s'arcboute deux fois sur la base du crâne, par son extrémité antérieure sur le vomer, et en arrière sur le frontal, par le ptérigoïdien externe. Tel est le cas du brochet.

Toujours cette arcade est séparée par un intervalle plus ou moins grand de la quille osseuse du crâne, c'est-à-dire du sphénoïde et du vomer sur lesquels elle peut toujours jouer à cause de cet écartement.

Le ptérigoïdien externe existe plus constamment que l'interne à cette arcade. Toujours aussi il est le plus développé. L'interne le borde, quand il existe.

Les palatins seuls portent des dents dans un grand nombre de genres. Les ptérigoïdiens n'en portent jamais. Dans les reptiles, au contraire, où l'arcade palatine porte des dents, elles s'implantent seulement sur les ptérigoïdiens, excepté les serpents où les palatins en ont aussi.

Le jugal seul dans quelques genres, et dans d'autres, le jugal et le préopercule ensemble, servent d'arc-boutant à l'arcade ptérigo-palatine. Ce jugal en bas, la caisse en haut et le temporal entre deux, forment un seul panneau appuyé et mobile supérieurement sur le pariétal. Dans le cas de presqu'immobilité de la face, chez les silures par exemple, ce panneau est soudé avec l'arcade ptérigo-palatine.

Le maxillaire inférieur s'articule en dessous de

l'angle antérieur du jugal, tout près de l'articulation de l'arcade ptérigo-palatine qui se fait au côté supérieur de cet angle. Les deux branches de la mâchoire inférieure sont le plus souvent séparément mobiles, comme dans les serpents.

Enfin l'*opercule* forme le long du bord postérieur du panneau temporal, un autre battant toujours mobile d'environ douze à quinze degrés d'écartement latéral. Quatre pièces le composent; la principale et quelquefois l'unique est le préopercule, articulé tout le long du bord postérieur du panneau précédent, sur lequel il n'est que très-peu mobile; le mouvement dépendant presqu'uniquement de l'élévation et de l'abaissement de la caisse.

Des quatre pièces formant au complet ce grand panneau qui occupe souvent plus de la moitié de la face latérale de la tête, on a voulu faire la représentation des quatre osselets de l'oreille interne des mammifères. Mais l'on ne s'est pas aperçu que l'invariabilité des connexions des os, principe plus général encore que celui de leur existence d'après le même système, contredisait cette détermination. Car partout, dans les mammifères, c'est d'un point intérieur de la caisse à un point extérieur du rocher que s'étend la chaîne de ces osselets. Or, le préopercule, duquel des quatre osselets qu'on en veuille faire le représen-

tant, s'articule à-la-fois le long de la caisse, du temporal, du jugal, et sur le condyle du maxillaire inférieur.

Ensuite on vient de voir un osselet auditif unique dans les reptiles et les oiseaux, sans que de ce déficit des autres, résultât l'existence réciproque de trois os surnuméraires, aux environs. Si ces trois osselets ne sont supplées par rien dans les deux premières classes d'ovipares, pourquoi dans la troisième seraient-ils reproduits hors de leur place? Or, pour les os l'identité, ou bien, l'analogie, peut-elle être ailleurs que dans la position? Enfin comme les os des branchies, ainsi que je l'ai montré le premier (*Voy.* Branchies, *Dict. class. d'hist. nat.*), ne résultent ni d'une transposition ni d'une transformation des pièces du larynx, de la trachée et des bronches, puisque ces os coexistent avec le larynx et la trachée dans la sirène et le protée, et puis qu'ils sont ainsi des os particuliers; de même l'opercule qui les recouvre en dehors est coordonné avec l'organisation qui a nécessité ces os propres des branchies.

La moitié postérieure de la face des poissons, offre donc un large panneau répondant à leur poitrine située tout entière sous le crâne; et la moitié antérieure, une espèce de châssis dont les ouvertures correspondantes à celles de l'autre côté font

de cette moitié antérieure une sorte de cage où sont situés les yeux, les narines membraneuses, et la bouche inférieurement.

Voici le mécanisme de toutes ces parties :

1°. Tous les mouvements de l'inter-maxillaire s'exécutent sur la pointe de la pyramide qui termine le crâne proprement dit.

2°. Les mouvements de la mâchoire inférieure dans son élévation sont transmis, en avant à la pointe de cette même pyramide par le maxillaire ou l'inter-maxillaire articulés à peu près sur la moitié de la longueur de cette mâchoire, en arrière à l'arcade ptérigo-palatine, et, par cette arcade, encore à la pointe de la pyramide du crâne en avant, et postérieurement aux flancs du crâne par le panneau temporal.

3°. L'arcade ptérigo-palatine a un autre mouvement alternatif qui lui est imprimé lors de l'élévation et de l'abaissement de l'opercule, dont elle est réellement l'arc-boutant inférieur, la caisse en étant plutôt le levier.

4°. La chaîne sous-orbitaire est mise en mouvement alternatif par l'arcade ptérigo-palatine; et la multiplicité des pièces écailleuses de cette chaîne facilite son soulèvement par l'œil qui se trouve pressé contre elle dans l'élévation de l'arcade ptérigo-palatine, plancher constant de cet organe.

5°. Enfin l'opercule dont l'écartement alterne

avec l'élévation de la mâchoire inférieure et réciproquement, a, par l'intermédiaire de la caisse que termine supérieurement un vrai condyle, son point d'appui principal et son centre de mouvement dans une cavité que circonscrivent le frontal postérieur en avant, le pariétal en haut, le mastoïdien en arrière, le rocher et le sphénoïde en bas. C'est au mastoïdien que sont fixés les muscles moteurs de l'opercule ; aussi le mastoïdien est-il d'autant plus développé que l'opercule a plus de largeur.

CHAPITRE II.

MÉCANISME DU CRANE EN GÉNÉRAL.

Considéré sous le rapport mécanique, le crâne résiste et se meut. Sa résistance peut comme ses mouvements être partielle ou de totalité. Par sa résistance il protège contre les chocs extérieurs, les organes des sens et le cerveau, qu'il maintient aussi dans des positions fixes et constantes. Par ses mouvements de totalité sur le cou, il est un organe puissant d'attaque, d'impulsion et de défense chez un grand nombre d'animaux, et chez tous, par les mouvements qu'exerce sur sa base une fois

fixée, la mâchoire inférieure, il contribue à opérer la partie purement mécanique de la digestion.

1°. *Mécanisme du crâne dans ses mouvements de totalité, et dans ceux de ses diverses régions.*

Dans tous les vertébrés en général, le crâne représente un levier dont la puissance est placée à l'extrémité postérieure à-peu-près dans un même plan, vertical, oblique ou horizontal, que le point d'appui, et dont la résistance est située à l'extrémité libre ou antérieure. Ce plan est celui de l'occiput.

La direction verticale ou horizontale du plan de l'occiput, dans lequel se trouvent à la fois la puissance et le point d'appui, influe beaucoup sur la proportion de puissance nécessaire à mouvoir la même masse.

Dans l'homme et le chimpanzé, par exemple, où ce plan est à peu près horizontal, le point d'appui étant peu postérieur à la direction de la ligne passant par le centre de gravité, une très-faible portion de la puissance des muscles cervicaux suffit à maintenir en équilibre la tête, qui par la position et la forme de son articulation, tomberait en avant. Aussi les surfaces musculaires de l'occiput y sont-elles le plus petites possible.

Dans les autres singes, ce plan est à-la-fois in-

cliné à l'horizon et perpendiculaire à la colonne cervicale, attendu l'attitude ordinairement oblique de ces animaux. Il en résulte que la tête pèse plus au bout de son levier, que par conséquent son équilibre exige plus de puissance, et que les surfaces où s'applique cette puissance doivent avoir plus d'étendue. Et comme cet agrandissement des surfaces musculaires doit tout entier se faire au-dessus du point d'appui, on voit que les insertions des muscles doivent s'étendre à des parties supérieures de l'occiput, qui dans l'homme sont tout-à-fait libres et dégagées.

Enfin ce plan est vertical dans les autres mammifères marcheurs, nageurs ou voiliers, direction qui, indépendamment de la plus grande masse de leur face, nécessite des forces motrices encore plus énergiques, et, par conséquent, de plus grandes surfaces osseuses. Mais cet agrandissement des surfaces, sans beaucoup changer l'aire ou la circonférence du plan de l'occiput, résulte essentiellement de cavités et surtout de reliefs très-proéminents. Car il est évident, dans un même plan, que l'accroissement des surfaces est proportionné au nombre et à la nature des courbes génératrices de ces surfaces.

La figure extérieure des os compris dans le plan de l'occiput, est donc relative à la somme des forces motrices de la tête.

Cela posé, la puissance des muscles et par con-

séquent l'étendue des surfaces occipitales de leur insertion doit croître en proportion de la masse du crâne et de la répartition de cette masse vers l'extrémité antérieure ou vers la face. Or toutes ces éminences, ces creux et ces saillies qui hérissent la face externe des os compris dans le plan de l'occiput, rendent nécessairement leur épaisseur très-inégale, car la face interne ne suit nullement l'externe dans ses variations. Cette face interne dans les mammifères, les oiseaux et quelques reptiles, ophidiens surtout, est déterminée par la figure du cervelet et des extrémités du cerveau. Les courbes qui engendrent cette figure sont peu excentriques et sans ondulations. Par conséquent, lorsque les saillies des os de l'occiput sont prononcées, l'épaisseur doit être très-grande : et par conséquent l'étendue de la surface interne des os peut n'être qu'une très-petite fraction de l'externe. Et comme la figure n'est pas moins différente, on voit que la forme externe de ces os ne peut rien apprendre ni sur le volume ni sur la figure des parties cérébrales qu'elles renferment. Cette fraction peut être moindre que le vingtième : telle est, par exemple, la proportion dans les crocodiles, la plupart des sauriens, dans presque tous les batraciens. Elle n'est guère plus avantageuse dans les éléphants, les rhinocéros, les baleines et cachalots, les morses, les bœufs et les felis, parmi les mammifères, et dans tous les poissons osseux.

Dans tous ces animaux, ces os ont presque tous

leur plus grande dimension en épaisseur, et leur face externe n'a aucun rapport avec l'interne. Par conséquent, le contour de leur assemblage ne peut indiquer ni l'amplitude ni même la figure de la cavité circonscrite par leurs surfaces internes.

Or, dans tous ces animaux, où la plus grande circonférence du crâne est justement dans le plan vertical passant par le trou occipital, le cervelet, dont on a voulu faire l'organe, ou bien excitateur, ou bien modérateur des mouvements, est nécessairement très-petit à proportion. Il est même tout-à-fait nul dans les batraciens, dont plusieurs sont si agiles, qui tous sont si ardents à s'accoupler, et qui, pourtant, d'après ces systèmes, devraient être, et si lents, et si apathiques.

Or l'étendue des surfaces musculaires de l'occiput, (les mastoïdiens y sont compris, dans les mammifères, les temporaux et la caisse dans les reptiles, et en outre le pariétal unique dans les monitors, les caméléons et les lézards, double dans les tortues, etc.), est en rapport direct et constant d'une part avec la longueur et la masse de la face, et d'autre part avec l'énergie des chocs et des pressions que sa base doit éprouver de la part de la mâchoire inférieure.

Or, ces deux conditions mécaniques de la face, savoir, 1° sa longueur et sa masse, et 2° sa solidité et sa résistance, sont toujours en raison inverse l'une de l'autre. Voici pourquoi :

Plus la face osseuse, et, par conséquent, la mâchoire inférieure, est longue, plus la résistance augmente au bout des leviers qu'elles représentent, plus forte doit être la puissance et plus solide le point d'appui.

Mais 1° la résistance se compose de deux éléments. C'est d'abord le poids de la mâchoire même qui croît comme le carré de la longueur, et ensuite le poids, l'adhérence, ou le contre-effort de tout ce qui doit être soulevé, emporté ou brisé par l'animal ; c'est enfin la résistance d'une proie qui s'échappe, d'un ennemi qui se défend. 2° La puissance, ce sont les muscles temporo-maxillaires dont la masse doit croître dans le même rapport que la résistance : ce qui, si les deux éléments de la résistance sont combinés, nécessiterait des muscles énormes. 3° Enfin le point d'appui, ou la solidité, pris sur le cou, dépend de la masse des muscles cervicaux.

Or, jamais la longueur et le poids du levier ne se trouvent combinés avec le second élément de la résistance, c'est la combinaison contraire qui a constamment lieu. De sorte que, quand la face, et, par conséquent, le crâne, sont très-longs, constamment l'énergie de la pression ou du serrement de la mâchoire contre leur base est au *minimum*.

Le crâne n'a pas alors besoin de prendre sur le cou un point d'appui qui conserve à cette pression

toute son efficacité, et, par conséquent, la puissance qui agit du cou sur le crâne n'est employée qu'à produire l'équilibre de celui-ci. Or, on conçoit que cette puissance peut être d'autant moindre qu'à égalité de longueur le crâne aura moins de masse. On peut s'en faire une idée en comparant les proportions inverses de l'occiput dans les baleines et les cachalots, opposés aux fourmiliers, aux pangolins parmi les mammifères; dans les serpents venimeux à face si courte, opposés aux crocodiles à face si allongée et si massive chez les crocodiles; aux fistulaires et aux orphies, opposés aux gades et aux silures chez les poissons; enfin, aux aigles, aux vautours, opposés aux bécasses, aux courlis, etc., chez les oiseaux.

Réciproquement, selon que pour une longueur donnée du crâne, le second élément de la résistance équivaudra à deux ou trois fois la proportion du premier sans lui, c'est-à-dire, si la dureté des corps à briser, le poids de ceux à emporter, etc., équivaut à deux, trois, quatre fois l'effet de la longueur sans le second élément de résistance, le crâne pourra être deux, trois, quatre fois plus court à proportion qu'un autre, et avoir un occiput deux, trois ou quatre fois plus grand à proportion.

Les exemples s'offrent en foule dans tous ces genres de résistance : tels sont les lions, les hyènes chez les carnivores, l'éléphant, le rhinocéros, le

sanglier, la plupart des rongeurs, opposés aux ruminants, aux chevaux et aux tatous, etc., chez les mammifères.

La grandeur des surfaces d'insertion musculaire prises sur l'*anneau* ou *segment occipital*, mesure donc l'énergie avec laquelle les muscles cervicaux agissent sur la tête dans tous les vertébrés, soit pour la mouvoir, soit pour la fixer. Et l'on a vu que cette surface croît d'autant plus que l'interne est plus petite, ou, ce qui est la même chose, que le cervelet est moindre et même n'existe plus (1).

Dans le *second anneau* du crâne formé en haut par les pariétaux, en bas par le sphénoïde postérieur et ses ailes, les surfaces extérieures ont une étendue et une figure relatives à la force des muscles de la mâchoire inférieure. Telle est, à cause de cela, dans presque tous les carnivores, l'opposition de la face interne à la face externe des os formant la partie supérieure de cet anneau, que, là où le crâne a le plus de diamètre extérieur, il en a le moins en dedans, et réciproquement.

Le fond de la fosse temporale du tigre, du lion, du loup, etc., répond à la partie latérale la plus

(1) On montrera plus loin combien certaines personnes qui font du cervelet, l'une, l'excitateur spécial, l'autre, le modérateur et le balancier des mouvements, sont en contradiction avec les faits et la nature des choses. On en peut déjà juger par le simple résultat précédent.

saillante du cerveau, et la partie latérale la plus saillante de leur crâne, l'endroit du temporal d'où part l'arcade zygomatique si excentrique de ces animaux, répond justement à la partie la plus rétrécie de la cavité cérébrale; de sorte que, sur le diamètre d'une arcade zygomatique à l'autre, cette cavité n'occupe guère plus du quart ou du tiers.

La dépression du pariétal et de la partie écailleuse du temporal d'une part, et d'autre part l'écartement de la partie zygomatique de ce dernier os et de son arcade d'autre part, mesurent directement par l'aire de la fosse temporale qu'ils circonscrivent la masse des muscles temporal et masseter, et, par conséquent, l'énergie du mouvement de la mâchoire inférieure. Au contraire, dans les fourmiliers, les pangolins et les baleines, la fosse temporale est presque effacée; aussi, les mouvements de la mâchoire inférieure édentée, y sont-ils d'une infiniment petite énergie, puisqu'ils n'ont plus pour objet que de fermer simplement cette mâchoire sans la serrer contre celle d'en haut.

Le *troisième anneau* du crâne, formé par la partie postérieure des frontaux, et par le sphénoïde antérieur et ses ailes, n'a point d'usage particulier dans les mouvements chez les mammifères. Il contribue plus ou moins à l'agrandissement de la fosse temporale.

Enfin une paire de lobes très-importante, les

olfactifs dont personne n'avait encore parlé, occupent dans un *quatrième segment* du crâne, chez plusieurs mammifères, quelquefois le quart ou même le tiers de la cavité cérébrale.

Or, il ne peut y avoir, excepté chez plusieurs rongeurs, par exemple les hamsters, campagnols, etc., aucun indice extérieur de la grandeur ni de la figure de ces lobes, parce que la cavité de ce quatrième segment s'engage entre les deux orbites, dans le haut de la face, et qu'en cet endroit l'amplitude du crâne peut dépendre de plusieurs autres causes, par exemple, la grandeur des alvéoles des incisives, des sinus frontaux, etc.

Les os de ce quatrième anneau, c'est-à-dire, les frontaux antérieurs et l'ethmoïde, mesurent assez bien par leur étendue la mobilité de la partie maxillaire de la face des poissons, on a vu que ces os ont une proportion démesurée dans le crâne du zeus faber, du sparus insidiator, à museau le plus protractile parmi les poissons.

C'est du panneau temporal et de la quille sphéno-vomérienne des poissons que partent les muscles moteurs des inter-maxillaires, maxillaires supérieurs et inférieurs.

On a vu dans le chapitre précédent le détail de ce mécanisme particulier de la face des poissons.

Ainsi donc, plus énergiques sont les mouvements, plus solide est le point d'appui de la tête sur le cou, plus énergiques aussi sont les mouvements de la

mâchoire sur la tête, et plus la forme extérieure du crâne diffère de celle de la cavité cérébrale dans les trois premières classes de vertébrés et réciproquement.

Mais comme dans le cas de ces relations réciproques ou inverses de la forme extérieure à la forme intérieure du crâne, de nouvelles causes s'opposent encore à la correspondance parfaite du volume et de la figure du cerveau avec le volume et la figure extérieure du crâne, nous allons examiner en quoi consistent réellement ces correspondances de la prétendue constance desquelles dérive la cranioscopie.

Correspondance de la forme du crâne avec celle du cerveau.

On vient de voir que la condition la plus favorable à cette représentation de la forme du cerveau par celle du crâne, c'est chez les mammifères l'application des plus petites forces motrices, du cou à l'occiput, et des tempes à la mâchoire. Dans ce cas, les surfaces du crâne, relatives à cette application, ont le moins d'étendue possible. Et, comme chez les mammifères l'ossification est plus lente que dans les ovipares, qu'en conséquence la voûte du crâne est plus long-temps membraneuse ou cartilagineuse; comme le cerveau de tous ces animaux remplit exactement, à une mince couche

de liquide près, la cavité du crâne, dont les parois le pressent tout en se dilatant pour lui céder, on voit que tant que les parois du crâne seront flexibles, elles se mouleront sur la forme du cerveau. Et comme la table extérieure des os ne donne attache à aucun muscle, qu'en outre aucune prolongation de cellules, soit auditives, soit olfactives, ne s'interpose entre cette table et l'intérieure; ces deux tables se tiennent à une distance à peu près uniforme sur tout leur contour. Dans toute son étendue, la forme du crâne représente donc celle du cerveau.

Mais partout où des prolongements des cavités olfactives et auditives s'interposent entre ces deux tables (et ces prolongements peuvent circonscrire tout le crâne, par exemple, chez les cochons et les buffles, pour l'organe de l'odorat, parmi les mammifères; chez les oiseaux de nuit, pour le sens de l'ouïe, etc.), alors la table extérieure est nécessairement écartée très-inégalement de l'interne dans tout son pourtour. Car ces cellules peuvent, suivant les espèces et même selon les individus, varier beaucoup pour les espaces et les épaisseurs qu'elles occupent. A plus forte raison, quand tout le crâne est circonscrit par ces cellules, l'écartement irrégulier des deux tables peut-il être tel que sur quelque diamètre de la cavité cérébrale que passe une coupe du crâne, l'aire de section de la cavité sera douze ou seize fois, etc., plus petite que l'aire de la section

du crâne. (*Voy.* pour le buffle du Cap, et pour le sanglier, mes histoires des genres bœuf et cochon, *Dict. classiq. d'hist. nat.*)

Dans tous les cas, la forme du cerveau n'est donc représentée que par celle de la cavité du crâne chez les mammifères, et il en est de même chez les oiseaux par les mêmes raisons.

Mais dans la plupart des reptiles et dans tous les poissons, le volume du cerveau est quelquefois moindre que le tiers et même que la moitié de la capacité du crâne. L'intervalle est rempli par de l'eau à la surface du cerveau, et plus en dehors par une couche d'huile à demi-concrète chez les poissons osseux. Dans les raies et les squales, il n'y a que de l'eau. Or, il faut bien que les mouvements d'expansion du cerveau, n'influent pas sur la forme de la cavité du crâne, par la pression des épaisses couches d'eau et d'huile interposées. Car la forme de cette cavité ne répond réellement pas à celle du cerveau. Dans toutes ces classes, la forme de la cavité du crâne ne représente donc pas celle du cerveau. Or, cependant chez les raies et les squales, l'état cartilagineux et même membraneux de la voûte du crâne, devrait se prêter à recevoir l'empreinte du cerveau si elle lui était réellement transmise par les couches de liquide interposées.

Pour que les parois intérieures du crâne se moulent sur le cerveau, le contact ou la juxta-position presqu'immédiate d'une part, et d'autre part l'état

de flexibilité de ces parois, sont donc nécessaires. Et cela arrive seulement dans les mammifères, et aussi dans les oiseaux, où les progrès de l'ossification, quoique bien plus prompts que chez les mammifères, y sont pourtant encore devancés par le développement du cerveau.

Et comme le cerveau est formé de plusieurs renflements ou lobes séparés, ayant chacun une figure et un volume déterminés chez les espèces, leur empreinte moulée sur les parois juxta-posées permettra de juger ainsi le volume et les proportions respectives. Et le moulage est si exact, que les sillons de chaque lobe, et à plus forte raison les rainures séparant les lobes entre eux, sont marqués en relief sur leur enveloppe. J'ai le premier, dans mes histoires des mammifères (*Dict. class. d'hist. nat.*), déterminé, par cette corrélation, les prédominances des sens les uns sur les autres, et les rapports des organes de ces sens avec le cerveau proprement dit, c'est-à-dire, avec l'organe de l'intelligence.

Mais ces reliefs, ces lignes onduleuses qui représentent sur la table interne du crâne des mammifères et des oiseaux les sillons et les rainures de la surface du cerveau, n'ont rien qui les représente extérieurement, même dans le cas du parallélisme des deux tables du crâne chez les quadrumanes et chez l'homme. On ne peut donc, même chez eux, connaître par la face extérieure du crâne, la configuration de chacune des parties du cer-

veau, ni même les proportions respectives de ces parties, à moins que l'une d'entre elles ne soit beaucoup en-deçà ou beaucoup au-delà des limites propres à l'espèce. Ainsi, dans les idiots de naissance, le déficit du plus grand nombre des circonvolutions des différents lobes du cerveau proprement dit, est indiqué par l'excès de rétrécissement et de compression de la surface correspondante du crâne.

Enfin, comme le contact ou la juxta-position très-voisine des parties cérébrales à leurs parois osseuses, est nécessaire au moulage des unes sur les autres, on voit qu'il ne peut y avoir de correspondance entre la forme et la figure d'une partie cérébrale profondément située ou recouverte par d'autres, et aucune portion soit intérieure, soit extérieure des surfaces du crâne. Par exemple, chez l'homme et les singes, aucune correspondance de figure ou de grandeur ne peut être aperçue entre un endroit quelconque du crâne, et les lobes optiques, les couches optiques, les corps striés, la voûte à trois piliers, etc.

Chez les singes et l'homme lui-même, l'influence du rapport entre la forme du crâne et la quantité du mouvement appliquée au crâne et à la mâchoire, se fait encore sentir en comparant les âges entre eux. Tout le monde est frappé de la prédominence du crâne sur la face, dans les nouveau-nés. Or cette petitesse de la face dépend

surtout de l'état de germe où sont alors les dents. Il n'y a pas de mastication, et tout le mécanisme de la mobilité de la tête consiste à la tenir dans son équilibre. Aussi alors la fosse temporale est-elle à proportion très-petite comme les muscles moteurs de la mâchoire, et par conséquent l'occiput a peu d'étendue, et le cou peu de masse. A la vérité, cette petitesse de l'occiput et du cou coïncide aussi avec celle du cervelet. Mais la disproportion du volume actuel au volume définitif du cervelet est bien moindre que celle de la fosse temporale de l'enfant à celle de la fosse temporale de l'adulte. Et, comme on a vu que la plus grande dimension relative de l'occiput coïncide chez les reptiles avec la plus extrême petitesse et même la nullité du cervelet, on voit qu'il n'y a aucune probabilité que chez l'homme la petitesse de la nuque soit liée à celle du cervelet. La démonstration en est péremptoire dans les cynocéphales, les guenons et les gibbons, où le cervelet est à proportion plus petit que dans l'homme, et où l'occiput grandit comme la fosse temporale et la proéminence de la face.

On ne peut donc trouver à l'extérieur du crâne de mesure fixe, soit de la grandeur, soit de la forme du cerveau, ni par conséquent aucun signe général et spécial de telle ou telle faculté intellectuelle ou instinctive.

Il n'en est pas de même des relations que les cavités de la face ont avec les organes des sens.

La grandeur des cavités nasales, oculaires et auditives, celle des trous et des conduits qui y transmettent les nerfs, mesurent directement la grandeur et le volume de ces nerfs et des organes de ces sens. Et comme chacun de ces organes et le nerf qui en est la partie la plus essentielle, correspondent à un organe cérébro-spinal qui leur est toujours proportionnel; comme nous prouverons ailleurs que cet organe a d'autres fonctions que celles relatives au sens qui y correspond, qu'il est lié nécessairement aux instincts, aux penchants des animaux; on voit que les signes extérieurs de ces facultés se trouvent partout ailleurs que là où M. Gall les a placés.

La quantité dont se renflent à la base du crâne le rocher et la partie contigue du sphénoïde, mesure directement dans les poissons le développement de l'organe de l'ouïe; ces os forment le fond de la cavité qui contient le sac des pierres et la partie inférieure du labyrinthe membraneux, c'est-à-dire, les ampoules des canaux demi-circulaires.

2°. *Mécanisme du crâne et de la face pour résister, et pour protéger le cerveau et les organes des sens.*

Dans les mammifères et tous les reptiles, moins les serpents, le crâne et la face ne forment qu'un seul et même système mécanique pour la résistance et le mouvement. Par conséquent, sur quelque

point du système qu'un choc arrive, il tend à se répartir sur toutes les pièces qui servent à enclaver l'os frappé. Et, selon le groupement de ces pièces, l'effort se transmet au sommet de la courbe opposé à l'endroit frappé, si cet endroit est à la surface du crâne proprement dit. Et si le choc a frappé la face, le mouvement peut se transmettre à la fois au sommet opposé, à la voûte et à la base du crâne.

Ainsi, dans un coup sur le vertex de l'homme, le choc se transmet à droite et à gauche jusqu'à la base du crâne, en se décomposant suivant les courbures des os, et le nombre et le plus ou moins de solidité de leurs articulations.

Ainsi, encore dans le choc des dents par le rapprochement des mâchoires, le mouvement parvient au sommet du crâne le long des piliers convergents que représentent, entre la voûte du palais et l'échancrure nasale des frontaux, les apophyses montantes des os maxillaires et inter-maxillaires. Le choc imprimé aux molaires d'en haut, aboutit par les palatins aux apophyses ptérigoïdes, véritables arc-boutants, qui le rendent au sphénoïde, sommet de la courbe inférieure du crâne. Une autre partie de ce choc parvient au même endroit par les arcades zygomatiques et le temporal. Or, on voit justement la masse et la solidité de ces piliers, de ces arc-boutants, croître comme l'énergie des chocs et des pressions de l'extrémité de la mâ-

choire inférieure contre la supérieure dans les carnassiers et les rongeurs.

Dans les oiseaux et les serpents c'est un mécanisme tout contraire. A mesure que croît l'effort de la mâchoire ou du bec inférieur sur le supérieur, à mesure diminue la proportion de mouvement transmise au crâne.

Sur les trois directions, dans lesquelles on vient de voir cette transmission s'opérer, la jonction de la face avec le crâne ne se fait plus par de larges surfaces, mais seulement par des bords, ou des pointes, dont l'aire totale n'est pas la vingtième partie des surfaces d'union que comporterait la base de la face. Et en outre les articulations de ces bords et de ces pointes sont toujours mobiles, par glissement ou par élasticité. Ainsi l'arcade ptérigo-palatine des oiseaux et des serpents glisse toujours au milieu de sa longueur, sur le côté de l'épine du sphénoïde, en arrière sur la caisse, et par la caisse sur le crâne. Le vomer des oiseaux glisse à son tour sur la pointe de l'épine du sphénoïde. D'un autre côté, l'arcade zygomatique des oiseaux glisse sur la caisse et par la caisse sur le crâne. Enfin, le bord d'union de la face avec le crâne, formé par le pilier inter-nasal résultant des os nasaux et des branches montantes des inter-maxillaires, et par les deux piliers latéraux résultant des branches latérales des inter-maxillaires et des maxillaires tout entiers, est élastiquement mobile

par une sorte de ressort. Et comme toute la longueur de la cloison des orbites formant au moins le quart de la longueur de la tête, sépare cette articulation de la boîte cérébrale, on voit que très-peu de mouvement doit se transmettre au crâne, proprement dit, à travers cette distance et ces décompositions multipliées.

Dans les poissons, comme on l'a déjà vu, aucun choc ne peut être transmis au crâne par la face, dont les cinq groupes d'os sont séparément mobiles l'un sur l'autre, soit par glissement, soit par ginglimes.

Cette mobilité de tous les groupes des os de la face, l'un sur l'autre, paraît d'abord contraire au libre exercice des fonctions des sens. Mais il faut observer que, chez tous les poissons osseux, hors les murènes, l'organe de l'odorat est toujours rudimentaire, et toujours situé superficiellement à l'extérieur de la face. Il n'y a réellement que l'œil situé dans une cavité de la face. Or, dans ces animaux, l'œil est toujours plus petit que la cavité dans une proportion plus forte que chez les autres animaux, et la limite à laquelle s'élève l'arcade ptérigo-palatine, qui forme toujours le plancher de l'orbite, n'est jamais telle que l'œil puisse être comprimé. Les graisses, fluides qui l'entourent, débordent alors inférieurement sur la membrane palatine, et soulèvent à l'extérieur l'arcade sous-orbitaire, d'autant plus mobile qu'elle n'est pas

d'une seule pièce, mais brisée quelquefois en une douzaine de petites lames imbriquées, comme celles de la mentonière d'un casque.

Quand le cadre de l'orbite est complété par cette chaîne, il donne une mesure directe de la grandeur de l'œil.

LIVRE DEUXIÈME.

SECTION PREMIÈRE.

DU SYSTÈME CÉRÉBRO-SPINAL EN GÉNÉRAL.

J'appelle système cérébro-spinal l'ensemble du grand appareil d'organes médullaires ou nerveux, formant l'axe de tous les animaux vertébrés, et constamment enfermé dans l'étui osseux du crâne et de la colonne vertébrale, où il reçoit l'embranchement de tous les nerfs des sens et du mouvement.

Ce système comprend donc la continuité des parties nervo-médullaires, étendues de l'extrémité antérieure de l'encéphale à l'extrémité postérieure de la moelle épinière.

Ainsi déterminé, le système cérébro-spinal n'existe réellement que dans les animaux vertébrés.

Cette détermination exclut l'équivoque et l'erreur de la plupart des anatomistes qui appellent cerveau dans les mollusques, et moelle épinière dans les anélides et les insectes, des parties dont la structure et la composition moléculaire n'ont aucune analogie prouvée ni même probable avec le système cérébro-spinal des vertébrés, système qui n'est même pas constamment semblable sous ces deux rapports.

CHAPITRE PREMIER.

ENVELOPPES MEMBRANEUSES DU SYSTÈME CÉRÉBRO-SPINAL.

J'ai, dans le premier livre, décrit la composition et le mécanisme de l'enveloppe osseuse du système cérébro-spinal. Et comme chez les mammifères et les deux premières classes d'ovipares, la dure-mère ou le périoste interne des os du crâne, prolongée dans le canal vertébral sous forme de tube, adhérent seulement au contour de l'atlas, et écarté des parois du canal dans tout son trajet ultérieur, constitue la plus extérieure des enveloppes membraneuses du système cérébro-spinal; j'ai dû décrire cette membrane en même temps que l'enveloppe osseuse.

J'ai dit que l'intervalle de la dure-mère à la surface du système cérébro-spinal était rempli d'eau. Or la face interne de la dure-mère est continue, sur toute son étendue, au feuillet extérieur très-mince d'une autre membrane, formant un double tube et appelée arachnoïde, à cause de sa ténuité. En commençant par l'arachnoïde la description des deux membranes dont nous avons à parler, nous suivrons l'ordre de leur superposition.

1.° *De l'arachnoïde.*

Tout le système cérébro-spinal ainsi que le poumon, le cœur et tous les organes mobiles dans une cavité, est enveloppé par une membrane à deux feuillets repliés l'un dans l'autre comme les doubles d'un bonnet de nuit. On a appelé séreuses ces membranes, parce que l'intervalle des feuillets est susceptible de contenir une certaine quantité de sérosité. L'arachnoïde en tout semblable à ces membranes, en diffère parce qu'il ne s'exhale jamais de liquide dans sa cavité, et parce que son feuillet interne au lieu d'adhérer à la surface de l'organe qu'elle enveloppe, ainsi que cela est pour le péritoine, la plèvre, etc., par rapport aux intestins, au cœur, etc., en est écarté tout le long de la moelle épinière, et est seulement contigu aux convexités de l'encéphale.

Son feuillet externe est seul adhérant à la paroi correspondante, c'est-à-dire à la dure-mère. Déjà Bichat avait reconnu que le feuillet interne n'adhérait pas à la moelle, mais il l'y supposait appliqué, et croyait que c'était dans la cavité arachnoïdienne qu'existaient les hydropisies du canal vertébral. Mais en ouvrant avec précaution la dure-mère du canal vertébral, et, par conséquent, le feuillet externe de l'arachnoïde qui y adhère, sur un animal vivant ou mort récemment, il est facile de reconnaître que le liquide que l'on voit alors entourer la moelle

est encore contenu dans une membrane mince et transparente. Et comme il n'y a qu'un feuillet membraneux libre entre la dure-mère et la surface de la moelle, c'est-à-dire le feuillet interne ou spinal de l'arachnoïde, c'est donc ce feuillet qui renferme l'eau circonscrite à la moelle épinière. M. Magendie, qui a découvert cette disposition des deux feuillets arachnoïdiens, et la distension du feuillet interne par l'eau circonscrite à la moelle, a reconnu de plus, qu'une série de brides membraneuses analogues pour le mécanisme aux ligaments dentelés latéraux, divisait verticalement en deux moitiés l'espace occupé par le liquide, et s'étendait de la surface dorsale de la moelle à la dure-mère.

Au-dessous du trou occipital, dans les mammifères et les oiseaux, le feuillet interne de l'arachnoïde est juxta-posé à la convexité de l'encéphale, mais n'en pénètre pas les anfractuosités quand les surfaces cérébrales sont sillonnées. Le feuillet arachnoïdien est tendu du sommet d'une circonvolution à l'autre, et c'est en-dessous de lui, c'est-à-dire entre lui et la pie-mère qui tapisse toutes les surfaces cérébrales, qu'existe la mince couche d'eau circonscrite au cerveau. Ce n'est que dans l'état de maladie que cette couche pénètre dans les anfractuosités cérébrales.

Bichat a bien décrit comment les prolongements coniques de l'arachnoïde autour des nerfs et des

vaisseaux qui sortent ou entrent dans la moelle et le cerveau, sont contenus aussi-bien que le systeme cérébro-spinal, en-dehors du feuillet interne de cette membrane.

Dans les poissons osseux les deux feuillets de l'arachnoïde sont tout-à-fait libres. L'externe n'est que contigu à l'enveloppe cylindrique de graisse fluide, qui remplit l'intervalle du tube arachnoïdien aux parois osseuses du canal et du crâne. Car il n'y a pas de dure-mère ou de périoste interne dans ces animaux. L'arachnoïde, dans cette classe de vertébrés, sépare donc de la couche huileuse externe l'enveloppe cylindrique d'eau circonscrite au système cérébro-spinal.

2°. *De la pie-mère.*

Vu dans son ensemble, le système cérébro-spinal se compose de deux faisceaux de fibres nerveuses, sécrètées collatéralement à l'axe dans la cavité d'un tube formé par une membrane vasculaire à réseaux très-fins, appelée *pie-mère.* La séparation de ces deux faisceaux, toujours plus ou moins apparente à tous les âges, dépend d'un pli profond et plus ou moins ample, de la membrane du tube, sur toute la longueur de la face dorsale. Ce pli est formé suivant un plan vertical passant par l'axe du système. Le sinus de ce pli forme un canal central susceptible de se dilater en sacs latéraux ou médians plus ou moins amples, pour tapisser

les cavités ou ventricules des lobes pairs ou impairs développés sur les différents points de la longueur du système.

Il ne se dépose jamais de matière nerveuse sur aucun point de la face de la pie-mère correspondante à la cavité de ce pli. Cette cavité se dilate ou s'oblitère entre des points déterminés de la longueur de l'axe pour les diverses classes et pour les différents âges de chaque espèce dans chaque classe. Ainsi dans l'homme et les autres mammifères la cavité du sinus longitudinal de la pie-mère est d'autant plus libre et plus superficielle, qu'on l'observe dans un âge plus rapproché de la naissance et même de la conception. Dans tous les mammifères, sans exception, à l'état de fœtus, du 3e au 4e mois, par exemple, chez l'homme, le sinus du pli est ouvert depuis l'extrémité postérieure de la moelle jusqu'à l'extrémité antérieure de l'encéphale. Et ce pli est d'autant moins profond, que le degré de formation est moins avancé. De sorte que l'on peut sur les grands mammifères, trouver un instant où ce pli n'existe pas et où le tube formé par la pie-mère est cylindrique.

Un réseau très-délicat de terminaisons artérielles et d'origines veineuses forme la pie-mère. La ténuité de ce réseau tient à ce que les vaisseaux capillaires ont leurs parois réduites à la seule tunique interne des artères et des veines. Les troncs artériels et veineux perdent ces tuniques en péné-

trant dans l'étui osseux du système cérébro-spinal.

Quatre troncs artériels d'un calibre proportionné à la masse totale de l'encéphale, apportent le sang dans toute la pie-mère du crâne. Ces quatre troncs ne laissent pénétrer dans le canal vertébral que deux très-petits vaisseaux appelés artères spinales, distinguées par leur position en inférieure et supérieure. Tout le long du canal, chacune d'elles s'anastomose avec de petites artères pénétrant par les trous inter-vertébraux : ces petites artères sont des divisions des inter-costales, des lombaires, etc.

C'est presque à angle droit que les artères spinales se réfléchissent de leurs troncs dans le canal vertébral. Et comme cette direction réfléchie les rend parallèles aux troncs primitifs d'où elles émanent, on voit combien dans ce trajet rétrograde le cours du sang y doit être ralenti, et combien ce ralentissement doit s'accroître avec la distance à parcourir.

On peut sur la *planche* XI se faire une idée de la formation de la pie-mère en examinant, n°s 20, 20', 20", les ramifications d'un rameau de l'artère basilaire dans le plexus choroïde de la tortue terrestre. Ici la quantité proportionnelle de vaisseaux est très-augmentée parce que le plexus choroïde résulte d'un double feuillet de la pie-mère plusieurs fois repliée sur elle-même.

Les veines où aboutissent des innombrables veinules sorties de la pie-mère, forment à la face su-

périeure de la moelle, deux gros troncs parallèles communiquant l'un avec l'autre par des canaux transverses ou anastomoses. En outre, de vertèbre en vertèbre, chaque tronc communique par des anastomoses alternes, relativement aux précédentes, avec les veines inter-costales.

Il résulte de ces communications si larges et si nombreuses des veines du corps et surtout des parois de la poitrine et du ventre avec celles du canal vertébral, que le refoulement du sang hors de ces deux cavités et dans l'inspiration prolongée ou accélérée de l'air, et lors d'une réplétion considérable de l'estomac, accumule ce liquide dans les veines du canal vertébral, et par ces veines dans celles du cerveau. D'où résultent pour le système cérébro-spinal des compressions qui peuvent être fort graves; c'est à ce refoulement alternatif que tient le jet par saccades de l'eau contenue entre la moelle et l'arachnoïde, quand on ouvre cette enveloppe sur un animal vivant.

Ainsi organisée la pie-mère exhale par la face interne de toute la partie de son tube qui n'est pas repliée, et par la face externe de son grand repli (face qui est réellement interne par rapport au tube), des couches nerveuses successivement concentriques par rapport au sinus, et excentriques par rapport au reste du tube. La déposition commence toujours par les parois non repliées du tube. Les dernières couches de la déposition con-

centrique opérée par la face externe du repli, oblitèrent la cavité du sinus dans tous les points où le tube ne doit pas offrir de dilatations correspondantes à des lobes, soit médians, soit latéraux. Dans ce dernier cas, la cavité du repli ou sinus persistant, développe des espaces ou ventricules dont l'amplitude est proportionnée en général au volume des lobes correspondants. On verra que selon les classes, les genres et même les espèces, il peut se développer de ces ventricules, ou, ce qui est la même chose, de ces lobes sur toute la longueur de l'axe cérébro-spinal (1).

L'évidence de cette formation de l'axe cérébro-spinal est permanente chez les poissons, où l'état fœtal perpétué par la respiration branchiale dans un milieu liquide, laisse également toujours distincts les éléments du système osseux ailleurs réunis deux à deux, trois à trois, etc.

Comment la pie-mère correspondante à chaque partie du système cérébro-spinal forme-t-elle cette partie? On a cru l'expliquer récemment en disant que la formation d'une partie cérébrale dépend de l'existence de l'artère correspondante, et que si cette artère manque cette partie ne sera pas for-

(1) Cette disposition de la pie-mère, et cette formation du système cérébro-spinal par des couches, les unes excentriques, et les autres concentriques, celles-ci déposées par les replis intérieurs de la pie-mère, n'avaient encore été bien observées par personne.

mée. Cette explication ne résout aucunement le problème et ne recule même pas la difficulté. Car on peut tout aussi bien dans cette coïncidence de deux déficits, dire que le premier dépend du second que le second du premier.

Il est d'ailleurs certain que l'absence d'une artère n'entraîne pas nécessairement le déficit de la partie où elle se serait rendue. La seule anatomie des différents organes de l'homme montre que l'origine et même l'existence de plusieurs artères n'est pas constante. Et comme le nom des artères dépend uniquement du point de leur embranchement, de leur terminaison, on voit que ces noms d'artères cérébrales, cérébelleuses, etc., sont tout-à-fait indifférents. Car physiquement une artère vertébrale ou carotide hors du crâne, ne diffère pas d'une artère de la jambe ou du pied, et elle ne contient pas d'autre sang. La formation des parties ne dépend donc pas nécessairement et directement des artères, mais de la force à laquelle dans le lieu où doit se former chaque organe, est soumis le fluide qui parcourt cette artère. Tout ce que montrent de particulier les artères cérébrales et spinales, indépendamment de ce qu'elles n'ont que la tunique interne de ce système, c'est l'épanouissement de leurs dernières divisions en une membrane si ténue qu'on n'en connaît pas de plus fine. Peut-être ce mécanisme est-il la cause de la déposition dans la seule cavité de cette membrane, des

molécules cérébrales que l'on sait aujourd'hui exister, toutes formées dans le sang. Mais alors pourquoi les organes, formés par le dépôt de ces molécules, ne sont-ils pas partout homogènes? cela dépend-il de variations correspondantes dans le calibre des réseaux circonscrits? Et, quand malgré l'existence des artères et de la pie-mère, certaines parties, par exemple, les hémisphères du cerveau, ou l'encéphale entier, ne se forment pas quoiqu'il y ait eu des fluides exhalés, n'est-il pas prouvé alors que le défaut de formation tient soit à quelque cause dans la cohésion ou l'état chimique des fluides exhalés, soit à quelque perturbation dans la force qui détermine cette exhalation.

On verra d'ailleurs dans l'anatomie du cervelet que les artères cérébrales n'ont pas cette fixité de direction que leur attribue le même système.

CHAPITRE II.

RÉFUTATION DE QUELQUES OPINIONS RELATIVES AU SYSTÈME CÉRÉBRO-SPINAL.

Les anatomistes ont long-temps débattu la question de savoir si la moelle épinière était un prolongement sorti de l'encéphale, ou si l'encéphale

était le couronnement, l'épanouissement des fibres de la moelle épinière. D'autres se sont occupés de fixer la limite de ses extrémités supérieure et inférieure.

Et d'abord Hippocrate, Vesale, Willis, Varole, Haller, Zinn, Winslow, Sabatier, Portal, Chaussier, Cuvier, ont considéré la moelle épinière comme naissant du cerveau, ou comme une continuation, de la substance médullaire du cerveau et du cervelet.

D'un autre côté, Gall, Tiedemann et Serres ayant reconnu que dans l'ordre de formation, la moelle épinière précède l'apparition des lobes de l'encéphale; le premier surtout ayant observé que dans les monstres acéphales, l'absence de cerveau était primitive, et non l'effet d'une maladie qui aurait détruit l'organe préexistant, ont prouvé que la moelle épinière n'était pas une production du cerveau.

Ensuite Serres et Tiedemann ont conclu de la succession ascendante des formations, que les parties supérieures étaient une production des inférieures, et que la moelle épinière était l'origine de l'encéphale qui en était, pour ainsi dire, l'efflorescence.

Et Gall se fondant sur une analogie mal observée pour assimiler à la moelle épinière le double chapelet de ganglions des insectes et des anélides, a conclu que dans le plan général de l'organisation

la moelle épinière n'était pas même en relation nécessaire avec l'encéphale, puisqu'elle existait dans des classes entières d'animaux dépourvues de cerveau.

Et comme cette prétendue moelle épinière des anélides et des insectes, est formée d'une double série de petits ganglions ou renflements (supposés par M. Serres analogues aux ganglions inter-vertébraux des mammifères et des reptiles), comme cette moelle serait alors le type originel de celle des animaux vertébrés, Gall en a conclu que chez ces derniers la moelle épinière était réellement formée de la même manière (pag. 38, in-fol., Anat. et Phys. du syst. nerv.). Il n'y a, dit-il, entre elles aucune différence essentielle : seulement (dans les vertébrés) les ganglions sont ordinairement plus rapprochés, de sorte qu'ils semblent ne se renfler en nœuds distincts que dans les endroits où naissent les nerfs plus forts, par exemple, les nerfs des extrémités. Mais lorsqu'on examine la chose avec attention, on voit clairement que dans l'intervalle d'une paire de nerfs à l'autre, il y a toujours alternativement des rétrécissements et des renflements plus ou moins sensibles. Mais si plusieurs paires de nerfs presque également fortes sont rangées très-près les unes des autres, la différence entre les rétrécissements et les renflements devient moins frappante.

Ce dernier raisonnement n'est pas logique. Pour

être conséquent, il aurait dû dire que la différence devenait au contraire plus frappante. Mais la conclusion eût été trop évidemment contraire au fait. Car, dans la réalité, lorsque par la loi du développement des lobes cérébro-spinaux, des lobes ou renflements se produisent, la figure et la séparation de ces lobes, sont d'autant mieux déterminées que les nerfs juxta-posés sont plus volumineux. (Voy, *pl.* VII, les trois premiers nerfs cervicaux des trigles et leurs cinq lobes, etc.) La démonstration de cette loi serait ici prématurée.

Or, on a vu dans ce que j'ai dit de la double formation par couches excentriques, provenant de l'exhalation du pourtour de la face interne de la pie-mère, et par couches concentriques provenant de l'exhalation de la face externe du repli longitudinal de cette membrane, que les fibres nerveuses dans chaque couche et dans chaque ordre de couches sont formées à la fois sur toute leur longueur. Et lorsqu'il n'existe pas de cause particulière du contraire, l'épaisseur de ces couches reste uniforme sur tout leur prolongement. Cela est manifeste : 1° dans la moelle épinière du fœtus de tous les mammifères, pour la première moitié de la vie utérine, époque où ni l'une ni l'autre des formations excentrique et concentrique n'est achevée, et pendant toute la durée de la vie des serpents et même des sauriens, chez qui la formation concentrique reste toujours plus ou moins incomplète.

De sorte que dans ces deux ordres, comme chez plusieurs poissons, le canal de la moelle y conserve toujours à peu près le même calibre qu'il a du troisième au quatrième mois du fœtus de l'homme. Or, dans tous ces cas, la continuité des fibres nerveuses sur toute leur longueur est manifeste, et nulle part les parois du tube nerveux, dont elles forment l'épaisseur, ne s'amincissent et à plus forte raison ne s'interrompent de la plus petite quantité. Partout cette épaisseur et cette continuité restent uniformes.

Or, dans les anélides, les insectes et surtout les mollusques, il en est des ganglions comme de ceux du nerf grand sympathique, chez les mammifères. Chacun est isolément développé à sa place, et même suivant les espèces, ne communique pas avec celui qui le précède ou avec celui qui le suit. Et ces communications varient encore pour le nombre de filets, par lesquels elles s'établissent. Ensuite ces ganglions sont de véritables ganglions, c'est-à-dire, formés d'une matière compacte, homogène, dont les molécules ne sont pas alignées en fibres, et qui change de nature dans les filets de communication, ou s'y enveloppe de substances nouvelles.

Il n'y a donc aucune analogie entre la moelle épinière des vertébrés, et les ganglions des mollusques, des insectes et des anélides.

Il est en outre démontré par le mécanisme de

cette formation de la moelle épinière qu'elle naît à sa place, qu'il n'y a pas de raison pour qu'elle diminue de haut en bas en proportion des nerfs qui étaient censés en sortir; et que les rétrécissements et les renflements qui peuvent réellement exister sur tous les points de sa longueur, ont une cause locale inhérente au segment du système, qui se trouve ainsi plus ou moins développé.

Il est démontré enfin que les parties supérieures ne sont pas des productions sorties des parties inférieures qui se seraient prolongées pour les former, mais que chaque partie est formée à sa place par la face correspondante de la pie-mère, en même temps ou après que les parties qui lui sont continues sont déposées à la leur de la même manière.

Or, on verra plus loin que des causes perturbatrices, en s'opposant à l'exhalation de la substance nerveuse dans tel ou tel segment de la pie-mère, peuvent empêcher la formation de telle ou telle partie du système cérébro-spinal, sans que les parties voisines en soient affectées. Seulement il paraît, d'après les observations, que ces causes agissent d'autant plus aisément et plus souvent qu'on se rapproche de l'extrémité antérieure du système. En outre elles peuvent agir encore après l'achèvement de la partie spinale du système, parce que l'épaisseur des lobes encéphaliques à former, ou,

ce qui revient au même, le nombre de couches à déposer, exige une durée porportionnée à ce nombre et à cette épaisseur.

Quant aux limites et au mode de terminaison de la moelle épinière, on ne s'était occupé généralement que de son extrémité supérieure. Pour l'inférieure, jusqu'à M. Serres, on ne l'avait observée que chez l'homme, où depuis Achillini et Sœmmering on lui assignait la première ou la seconde vertèbre lombaire pour limite. M. Serres a le premier reconnu les variations de cette limite inférieure suivant les périodes de la formation et de l'accroissement dans le même animal, ainsi que d'un animal à un autre. Mais on verra qu'il a trop généralisé des observations faites sur un trop petit nombre d'espèces, en disant que plus la moelle épinière s'élève dans le canal vertébral, plus le prolongement caudal (c'est-à-dire la queue) diminue; et que plus elle se prolonge et descend dans son étui, plus la queue augmente de dimension.

Varoli, Willis, Bartholin, comprenaient dans la moelle épinière, les parties qu'on désigne chez les mammifères sous le nom de moelle allongée, de pont de varole, de cuisses du cerveau, de couches optiques et de corps striés. Haller, Sœmmering, Bichat et Gall, limitent la moelle épinière au grand renflement ou collet formé par les fibres communiquantes des hémisphères du cervelet (Voy. *pl.* VIII,

sur l'homme). Gall donne pour raison de cette détermination, qu'à cet endroit la fissure antérieure de la moelle épinière est interrompue, que la moelle nerveuse se renfle d'une manière frappante dans l'homme, et bien plus encore dans les mammifères; qu'on y aperçoit très-visiblement les premiers rudiments des nerfs nommés cérébraux, du cerveau et du cervelet.

L'on voit que tous ces auteurs, excepté les plus anciens, ont été prévenus de l'idée qu'il y avait des séparations réelles entre telle partie du système cérébro-spinal et telle autre. Ils n'ont point compris l'unité anatomique et physiologique de ce grand appareil. C'est au point que tout récemment M. Chaussier supposa que la rainure superficielle qui se trouve sur le bord postérieur de la grande commissure du cervelet était une fente profonde, produite par l'interruption des faisceaux nerveux de la moelle, faisceaux dont il ignorait la continuité et la prolongation à travers les différents étages de cette commissure.

Il serait inutile de réfuter toutes ces manières de voir. Leur appréciation résultera de l'exposition suivante.

CHAPITRE III.

DE LA LOI DE FORMATION DES LOBES PAIRS OU IMPAIRS, SUR LA LONGUEUR DE L'AXE CÉRÉBRO-SPINAL.

Quand une paire de nerfs, destinée à un organe sensitif, acquiert un certain excès de développement relatif au degré de perfection et d'énergie du ens correspondant, constamment alors le segment de l'axe cérébro-spinal où se fait l'insertion de cette paire de nerfs, se renfle en un lobe simple ou double. Et si l'excès de développement du même nerf sensitif devient encore supérieur dans quelque autre espèce, alors, outre l'accroissemeut simultané du volume proportionnel des lobes d'insertion, ces lobes se creusent des cavités d'autant plus amples, eu égard à l'épaisseur des parois; ces parois elles-mêmes développent des lames, des feuillets, des cannelures à surfaces d'autant plus étendues que le nerf adjacent est plus développé, et que l'organe du sens, et partant le sens lui-même, est plus parfait. Or, on conçoit qu'il peut et qu'il doit même exister des organes sensitifs sur tous les points de la longueur du corps. Des lobes ou des parties cérébro-spinales, ayant un volume, une figure et des limites déterminées, peuvent donc se

développer sur tous les points de la longueur du système cérébro-spinal.

Les lobes du cerveau proprement dits, et ceux du cervelet, sont seuls hors de cette règle. Il y a plus, c'est que même ils sont d'autant plus développés que l'ensemble des nerfs sensitifs et par suite leurs appareils cérébro-spinaux le sont moins. Cela est évident chez l'homme, et ne cesse pas de l'être en passant par les singes, les carnassiers, les ruminants, les rongeurs, etc., où ces deux paires de lobes vont en diminuant de proportion, à mesure que croît celle des lobes annexés aux nerfs sensitifs, et celle de ces nerfs eux-mêmes. Enfin, dans les reptiles et les poissons, ces deux paires de lobes ne sont plus que rudimentaires par le grand excès de développement des divers appareils sensitifs.

Et comme le nombre des sens n'est pas uniforme dans les animaux; comme de ceux qui sont communs au plus grand nombre, il n'en est que deux qui ne manquent chez aucun des vertébrés, savoir, l'ouïe et le toucher; comme il en est enfin, qui sont exclusifs à tel ou tel animal, et que le même sens peut avoir plusieurs nerfs, juxtaposés chacun à un segment particulier du système, il se développe alors autant de paires de lobes qu'il y a de paires de nerfs, ou même quelquefois autant de paires de lobes que chaque nerf a de racines [par exemple (*pl.* VII), les cinq paires de lobes corres-

pondant aux trois nerfs du toucher des trigles].

Le système cérébro-spinal ne se compose donc pas, tant s'en faut, d'un nombre uniforme de parties.

Or, jusqu'ici l'on avait admis ou plutôt l'on ne connaissait en anatomie et en physiologie d'organes distincts, dans le système cérébro-spinal, que 1° la moelle épinière, 2° le cervelet, 3° les tubercules quadri-jumeaux ou lobes optiques, et 4° les lobes ou hémisphères du cerveau.

Au contraire, le système cérébro-spinal, considéré dans l'ensemble des vertébrés, se compose : 1° de la moelle épinière, 2° de lobes tout à fait analogues pour le mode de formation aux tubercules ou lobes optiques, et qui peuvent exister à des distances variables en arrière du quatrième ventricule; 3° des lobes correspondant au nerf pneumo-gastrique parvenu au maximum de grandeur, et developpés, soit dans le fond, soit sur les parois du quatrième ventricule; 4° de ce quatrième ventricule lui-même, ou plutôt du lobe où cette cavité est formée, 5° du cervelet, composé lui-même de trois parties susceptibles de manquer ensemble ou séparément; 6° des lobes optiques qui paraissent ne jamais manquer; 7° des lobes cérébraux susceptibles de degrés de développement, plus nombreux que tous les autres, et qui peuvent même s'anéantir; et 8° des lobes olfactifs.

Il y a donc bien loin de la réalité à cette méta-

physique unité du cerveau, calquée sur une prétendue indivisibilité de ses fonctions que l'on croyait toutes aboutir à un centre commun, à un sensorium commun, placé par chacun au gré de son imagination. On verra que justement la plupart des parties, dont les physiologistes formaient ce centre commun, n'existent pas chez le plus grand nombre des animaux. Ce qui aurait impliqué ou que le centre commun était tantôt ici et tantôt là, ou bien qu'il n'y avait pas de centre commun chez tous ces animaux. L'observation anatomique, tout aussi bien que la recherche expérimentale, résolvent ce problème. Mais il faut le dire : ou bien l'on ne faisait ni observations, ni expériences ; ou, si l'on en faisait, ce n'était qu'en conséquence d'idées de pure invention, qui toutes avaient pour but des systèmes *à priori* relatifs, soit à l'unité d'organisation, soit à l'unité des phénomènes.

L'on va voir que d'une classe à l'autre, et même d'un genre, et, ce qui pourra paraître contradictoire aux métaphysiciens et même aux zoologistes, d'une espèce à l'autre, le nombre des parties du système cérébro-spinal peut varier dans le rapport de trois à huit.

L'ordre suivant lequel ces différentes parties s'ajoutent les unes aux autres, et se compliquent elles-mêmes davantage, exige de commencer notre exposition par les poissons.

SECTION II.

CHAPITRE PREMIER.

DU SYSTÈME CÉRÉBRO-SPINAL DES POISSONS.

Les couches fibreuses se déposant dans la cavité du tube de la pie-mère d'abord sur les parties les plus éloignées de l'axe, il en résulte pendant la première période deux faisceaux distincts. Avec les progrès ultérieurs du développement, les nouvelles couches déposées, soit en dehors, soit en dedans des premières, les débordent toujours davantage en largeur, de sorte que, vu leur courbure transversale, elles tendent à se rapprocher de celles de l'autre côté par le bord inférieur et par le bord supérieur. Mais, comme chez les poissons, le sillon de la face abdominale de la moelle épinière est tout-à-fait nul ou presque superficiel, comparativement au sinus de la face dorsale, le peu d'obstacle que ce sillon pouvait opposer à la réunion des deux faisceaux est bientôt surmonté. Il en résulte que les deux faisceaux sont bien plus tôt réunis à la face abdominale qu'à la face dorsale, où d'ailleurs il n'y a jamais réunion véritable, mais seule-

ment agglutination. Car, toujours ils y sont séparés par la double épaisseur de la pie-mère du grand sinus, dont le fond, resté libre, forme en tout temps le contour du canal central.

1°. *De la moelle épinière.*

On nomme moelle épinière, cette partie du système cérébro-spinal, où s'embranchent tous les nerfs du tronc et des membres, et qui occupe la totalité ou seulement une partie de la longueur du canal vertébral.

Suivant l'amplitude primitive du repli de la pie-mère, le fond en reste plus ou moins libre; et alors, suivant que la déposition concentrique des couches a été plus ou moins nombreuse, le canal persistant a son contour circulaire, chez la torpille, par exemple, ou bien sa courbe est festonnée par quatre rayons propagés dans l'épaisseur des lames comme chez l'esturgeon, *pl.* V. Dans la torpille, le canal a ses parois écartées de manière que son diamètre est presque le tiers de celui de la moelle même. Dans l'esturgeon, et presque tous les autres poissons, quelle que soit la coupe que présente le canal, le calibre en est effacé, et ses parois sont partout contiguës l'une à l'autre, au moins après la mort.

Chaque faisceau nerveux latéral est lui-même formé de deux cordons, l'un supérieur ou dorsal, l'autre inférieur ou abdominal. Leur séparation est

extérieurement marquée par une rainure, le long de laquelle s'insère le ligament dentelé. (V. *pl.* IV, sur l'homme.) Chacun de ces cordons paraît jouir, comme on le verra, de propriétés bien distinctes, au moins dans les mammifères et les oiseaux.

Dans tous les genres de poissons osseux ou cartilagineux que j'ai examinés, moins les *lophius* et les *tétrodons*, la moelle épinière occupe toute la longueur du canal vertébral, et ce canal toute celle de la colonne vertébrale. Chaque paire de nerfs se rend donc à un segment de moelle épinière qui lui est propre. Le calibre de la moelle épinière ne diminue qu'au-delà de la nageoire anale et près de la caudale, là où la masse des muscles a presque disparu.

Dans la baudroie, *lophius piscatorius* [et ce n'est pas une exception individuelle, Arsaki (1) a constaté la généralité des faits que je vais rapporter], la moelle épinière ne conserve son calibre que jusqu'au-delà de la troisième paire cervicale. A partir de ce point, elle se rétrécit tout-à-coup, dans la même proportion que la moelle épinière de tous les quadrupèdes à la région lombaire, et avant la huitième vertèbre elle a disparu complétement. Au-delà, il n'y a plus qu'un faisceau de filets nerveux, tous pourvus d'enveloppes d'arachnoïde, maintenus ensemble par un tissu à filaments

(1) *De piscium cérébro et medulla spinali*, *Halle*, 1813, in-4°.

très-fins, et divisés en deux grands écheveaux, renfermant chacun soixante-quatre filets, représentant les deux racines de trente-deux nerfs. À partir de la troisième vertèbre, où la moelle épinière se rétrécit, jusqu'à la huitième où elle n'existe plus, il ne s'insère guère plus de quatre ou cinq paires de nerfs, environ à un pouce de distance l'une de l'autre. Les racines ou filets d'insertion de ces paires sont les plus petites de toutes. En effet, ce sont celles qui sortent par les trous des quatre ou cinq dernières vertèbres caudales. Ces filets ont de trois pieds à trois pieds et demi à parcourir dans le canal vertébral, avant de parvenir à leurs trous de sortie. Tout le reste des racines nerveuses, c'est-à-dire celles des vingt-six paires de nerfs intermédiaires aux trois premières cervicales et aux quatre ou cinq dernières caudales, s'insèrent sur une étendue de moelle épinière, qui n'a pas plus d'un pouce de long, qui, par conséquent, n'occupe que l'espace annulaire d'une seule vertèbre.

Il est évident qu'ici le tronçon du système cérébro-spinal d'une seule vertèbre sert d'aboutissant à vingt-six paires de nerfs.

La moelle épinière n'existe donc chez les baudroies que pour les huit premières vertèbres du canal vertébral, qui en occupe trente-deux.

Dans le *tétrodon mola*, sur deux individus d'environ deux pieds de diamètre, où le canal vertébral a au moins vingt pouces de longueur, le grand

écheveau fermé par les doubles filets d'origine des seize paires de nerfs spinales de ce poisson, vient prendre toutes ses insertions au pourtour inférieur et latéral du quatrième ventricule, dont le lobe même a une étendue bien moindre que ne le comporte l'animal. Car, le tronçon que représentent les parois de ce ventricule n'a pas neuf lignes de long et deux de diamètre dans sa plus grande largeur (Voyez *pl.* V). Les deux cordons latéraux de la moelle se terminent comme un petit cylindre à extrémité arrondie, une demi-ligne derrière la fente du ventricule. Les soixante-quatre filets d'origine d'une ténuité presque capillaire, et beaucoup moindre que celle de la quatrième paire dans l'homme, se pressent au pourtour inférieur et latéral des trois quarts postérieurs de ce ventricule.

Et comme les parois du quatrième ventricule forment un organe constant et distinct dans tous les vertébrés, aboutissant du nerf pneumo-gastrique en arrière et de la cinquième paire en avant, il suit que la moelle épinière dont il manque déjà plus des trois quarts dans la baudroie, manque entièrement dans les tétrodons.

Il suit encore que les mêmes paires de nerfs ne s'insèrent pas nécessairement à des segments toujours homologues, et que l'insertion d'une ou de plusieurs paires de nerfs peut se faire sur des points ou même des organes très-différents.

Dans tous les poissons, excepté les raies, le ca-

libre de la moelle est régulièrement le même sur les cinq sixièmes antérieurs de sa longueur; il ne devient conique que dans le dernier sixième vers la queue. La position si variable des deux paires de nageoires, quel qu'en soit le développement, ne change rien à ce calibre. L'exocet volant est celui de tous les poissons osseux dont les nageoires pectorales sont le plus développées, et le calibre de la moelle n'offre pas le moindre renflement dans le segment correspondant aux nerfs de ces espèces d'ailes.

On croyait la moelle épinière de tous les poissons régulièrement formée de deux couches concentriques, l'une de matière grise, l'autre de matière blanche. Arsaki avait signalé, à cette prétendue loi, une seule exception dans la torpille. Cette exception, dont il avait cherché une cause bizarre, est précisément la règle même. Chez aucun poisson des *trente genres*, dans chacun desquels j'ai souvent étudié quatre ou cinq espèces, il n'y a pas au système cérébro-spinal de matière grise ou cendrée en arrière et au-delà du quatrième ventricule.

2°. *Du lobe qui contient le quatrième ventricule.*

Chez tous les poissons, sans exception, le calibre de la moelle se renfle entre les nerfs pneumo-gastriques et ceux de la cinquième paire; et ce renflement, l'écartement des cordons, et l'espace

vide intercepté par cet écartement, sont d'autant plus grands que l'une de ces deux paires de nerfs ou toutes deux ensemble ont plus de développement. Dans le cas contraire, par exemple, chez les orphies (*belone*), vue par en bas ou par en haut, la moelle épinière offre à peine une augmentation de diamètre en cet endroit. Ses deux cordons supérieurs restent presque en contact, de sorte que le calibre de la moelle est sensiblement uniforme jusqu'au cervelet. Le diamètre vertical est seul un peu accru à l'insertion du nerf pneumo-gastrique.

Mais dans tous les autres poissons, les deux cordons de la moelle s'écartent plus ou moins l'un de l'autre dès le premier nerf spinal et surtout depuis le pneumo-gastrique. Ici, le sinus dorsal de la pie-mère a conservé ou même accru son amplitude primitive, et toujours jusqu'à une distance plus ou moins reculée, le canal central, qui n'est que la continuation du fond du quatrième ventricule, est plus ample que dans la partie ultérieure de son trajet; dans ce premier intervalle aussi, les cordons supérieurs ne sont même pas agglutinés. Le lobe du quatrième ventricule lui-même offre des états et des configurations très-variables suivant les espèces.

Dans les raies, les squales, les esturgeons, par exemple, les deux cordons dorsaux de la moelle

se relèvent en bords plus ou moins épais, dessinent des courbes et des replis plus ou moins amples selon les espèces, avant que les fibres constituant le bord libre de ces cordons se réfléchissent derrière le cervelet pour former la commissure du quatrième ventricule. Mais dans tous les cas, chez ces deux premiers grands genres de poissons, le quatrième ventricule par la proportion du développement de ses parois (Voy. *pl.* I, *fig.* 1, et *pl.* III, *fig.* 4, sur la raie bouclée; *pl.* III, *fig.* 1, 2 et 3, sur le squalus galeus; *pl.* IV, *fig.* 1, sur le sq. catulus; *pl.* V, *fig.* 2 et 3, sur la torpille; et *fig.* 4, sur l'esturgeon), représente le quart, le tiers ou même la moitié de l'étendue et même du volume de l'encéphale. Dans toutes les espèces de ces genres, chez l'esturgeon surtout, le quatrième ventricule est fermé par une valvule de matière grise très-remplie de vaisseaux, et qui paraît la continuation de la piemère de ses parois (Voy. cette valvule sur la tortue d'Europe, *pl.* XI, *fig.* 4, et en section, *fig.* 5). En outre chez les squales, du fond de ce ventricule, c'est-à-dire de la surface de ses cordons inférieurs, s'élèvent cinq, six ou même sept paires de petits tubercules à droite et à gauche de la ligne médiane (Voy. *pl.* III, *fig.* 1, 2 et 3, sur le sq. galeus. Dans la torpille, où les parois même du ventricule ne sont pas à proportion autant développées que chez les autres raies, les squales et l'esturgeon, il s'é-

lève du fond de cette cavité une paire de lobes qui sont justement les plus volumineux de tout l'encéphale (Voy. *pl.* V, *fig.* 2 et 3).

Dans les poissons osseux, excepté chez la seule carpe, *pl.* I, *fig.* 2, parmi les cyprins, le lobe du quatrième ventricule n'approche jamais de cet excès de développement. Les parois en sont rarement assez écartées pour que son diamètre surpasse du double celui de la moelle épinière dans le milieu du dos. Dans les divers degrés du développement que je viens d'indiquer, les bords du ventricule sont quelquefois mammelonnées sur tout leur pourtour, par exemple, dans le surmulet (mullus surmuletus), où en outre une valvule recouvre le ventricule, comme chez les raies, les squales et l'esturgeon. Cette valvule se fixe en avant sur la commissure du quatrième ventricule.

Dans la carpe, *pl.* I, *fig.* 2, au lieu d'un simple plafond de matière cendrée plus ou moins traversée par un réseau verticulaire, c'est une paire de lobes à double paroi, de matière grise en-dedans et blanche en-dessus. Elle encadre par son bord antérieur un tubercule impair, solide, subjacent mais non adhérent au cervelet, et continu aux bords mitoyens des deux cordons inférieurs. En avant la double voûte du quatrième ventricule se termine par un rebord ou bride de substance nerveuse blanche, qu'une fente transversale de plus d'une ligne de longueur et d'une demi-ligne de largeur

sépare du cervelet. Les lobes latéraux de cet appareil, sont les seuls où j'aie vu des scissures qui rappellent les circonvolutions du cerveau des mammifères supérieurs. Ces lobes sont creux intérieurement.

Dans tous les autres poissons où le nerf pneumogastrique n'offre qu'un développement médiocre, les cordons ne se renflent pas sensiblement en s'écartant pour former le quatrième ventricule, mais constamment des fibres plus ou moins nombreuses de leur bord libre se réfléchissent en-dedans pour former la commissure de ce ventricule. (Voy. cette commissure, *pl.* VII, *fig.* 2, sur le trigla cuculus ou rouget, où les lobes optiques et le cervelet, que l'on voit sur le trigla hirundo ou perlon, *fig.* 3, ont été enlevés.) Toujours aussi cette commissure est séparée du cervelet par une fente dont la longueur égale le travers du ventricule même, et dont la largeur, c'est-à-dire l'intervalle du cervelet à la commissure, égale au moins le diamètre de cette même commissure. Puis donc que dans tous les poissons osseux cette commissure est séparée du cervelet, elle n'en fait pas partie et ne peut ni ne doit être confondue avec lui.

Sous cette commissure se continue le canal général du système cérébro-spinal.

D'après Arsaki, cette commissure très-élargie dans le caranx scomber-trachurus, y formerait une sorte de pont, échancré en avant et en ar-

rière, où se trouvent deux ouvertures donnant dans le quatrième ventricule (1).

Dans les poissons osseux la partie intérieure seulement est de matière grise, dans les poissons cartilagineux, presque toute l'épaisseur du quatrième ventricule, excepté tout le fond formé par les cordons inférieurs de la moelle et la surface du reste de son pourtour qui est blanche, sont composés de matière grise, ou même jaunâtre dans les quatre cinquièmes extérieurs.

Dans tous les poissons, *pl.* I, *fig.* 1; et *pl.* III, *fig.* 4, chez la raie bouclée; *pl.* II, *fig.* 1; sur la raie ronce; *pl.* III, *fig.* 1 et 2, sur le sq. galeus; *pl.* IV, *fig.* 1 et 2, sur le sq. catulus; *pl.* V, *fig.* 2, sur la torpille; et *fig.* 4, sur l'esturgeon; parmi les gades chez la lotte, *pl.* VII. *fig.* 5; chez les muges, *pl.* VI. *fig.* 4; etc., une ou plusieurs branches de la cinquième paire prennent naissance ou insertion sur les parois du quatrième ventricule. Il n'y a même chez les raies et les squales qu'une seule et la plus petite des quatre branches qui s'insère sur le côté de la moelle au-dessous du pédoncule latéral du cervelet. Dans tous les cas aussi, la moi-

(1) Arsaki (*op. cit.*) a généralisé aux cyprins pour le quatrième ventricule ce qui est particulier à la seule carpe, et aux spares ce qui l'est au seul sparus boops. Et puis il a confondu les lobes solides et intérieurs de cette cavité dans la torpille avec les lobes creux, extérieurs et latéraux qui en forment la voûte dans la carpe; puis enfin, ces deux genres de lobes, avec les cinq paires de renflements qui répondent aux trois premières paires de nerfs spinaux des trigles.

tié postérieure au moins des parois extérieures du quatrième ventricule donne insertion aux racines plus ou moins nombreuses du nerf pneumo-gastrique, dont les plus antérieures correspondent constamment à la commissure (Voy. *pl.* VII, *fig.* 2, sur le trigla cuculus). Aussi, dans le cas de développements de lobes par le prolongement des bords des cordons supérieurs repliés en dedans, comme chez les cyprins et le surmulet, ou de lobes et de tubercules élevés de son fond par l'accroissement des cordons inférieurs, comme dans les raies et les squales tous ces développements appartiennent-ils au segment d'insertion du nerf pneumo-gastrique. Dans le barbeau, *pl.* XI, *fig.* 1, où un tubercule impair qui rappelle celui des carpes, saille du fond du ventricule; dans les silures où les bords du ventricule sont mammelonnées en avant de la commissure jusque vers le pédoncule latéral du cervelet, ces développements ne correspondent pas aux racines du pneumo-gastrique, mais à l'une ou plusieurs des branches de la cinquième paire (1).

Le quatrième ventricule est donc constamment en connexion avec la huitième paire, jusque et y compris la commissure, chez tous les poissons, et

(1) Pour le silurus glanis (Voy. la *pl.* V, *fig.* 30 de Weber), *de aure et auditu hominis,* etc., Lips., 1820, in-4°. Dans le silurus bagre, dont je n'ai pu faire graver le dessin faute d'espace, cette corrélation est beaucoup plus prononcée que sur le sil. glanis.

avec la cinquième paire en avant de cette commissure, excepté les cartilagineux, où la commissure appartient au contraire à la cinquième paire, par exemple, *pl.* V, *fig.* 4, dans l'esturgeon; *pl.* I. III et IV, dans les raies et les squales. Arsaki avait déjà reconnu une partie de ces rapports.

Le lobe du quatrième ventricule n'a aucun rapport nécessaire d'existence ou de proportion avec aucune autre partie de l'encéphale, car :

Il est au maximum de proportion quand le cervelet manque chez les esturgeons, les lamproies, *pl.* VI, *fig.* 2, les batraciens, *pl.* V, *fig.* 5, etc.

Dans l'amphisbène, *pl.* V, *fig.* 6, où les lobes optiques sont rudimentaires, il est aussi développé que dans les serpents à sonnettes, *pl.* V, *fig.* 7.

Dans les raies et les squales son maximum coïncide avec l'absence de lobes cérébraux.

Dans les tétraodons, *pl.* V, *fig.* 1, sa proportion moyenne coïncide avec l'absence des lobes olfactifs et de la moelle épinière.

3°. *Du cervelet.*

Au-delà de la commissure des bords du quatrième ventricule, les cordons supérieurs ou dorsaux de la moelle, diminués de toutes les fibres qui se sont réfléchies pour la former (et cette proportion est quelquefois très-grande, par exemple, la torpille, *pl.* V, *fig.* 2 et 3), se continuent presque entièrement dans le cervelet, dont

ils forment ainsi les pédoncules extérieurs ou latéraux. L'autre origine du cervelet proémine chez les poissons osseux, les cyprins, par exemple (Voir *pl.* X, *fig.* 1, sur le barbeau), sous forme d'un cône un peu contourné, d'autant plus volumineux que le cervelet est lui-même plus gros et son pédoncule externe plus petit. L'on voit cette double réciprocité d'états inverses dans la carpe, *pl.* I, *fig.* 2, et dans le barbeau. Dans les squales et les raies (moins la torpille), où la commissure du quatrième ventricule est relativement plus petite, la majeure partie des fibres des cordons supérieurs de la moelle s'épanouit dans le vaste cervelet de ces poissons, lequel, en outre, se continue en avant avec la voûte des lobes optiques sans diminuer d'épaisseur.

Dans aucun poisson osseux la surface du cervelet n'est creusée du moindre sillon, de la moindre rainure. Au contraire, dans les raïes et surtout dans les squales, *pl.* III, *fig.* 1, 2 et 4, *pl.* IV, *fig.* 1, le cervelet est sillonné de circonvolutions dont les anfractuosités se dessinent à la face interne de l'organe par des creux alternant avec les reliefs de la face externe. Dans ces deux grands genres, le cervelet se projette presqu'autant au-dessus des lobes optiques en avant qu'au-dessus du quatrième ventricule en arrière. Dans les silures (Voy. la figure citée de Weber), le cervelet aussi gros à proportion que le cerveau dans l'homme, se dirige tout entier en avant jusque au milieu des lobes cé-

rébraux, comme il se dirige tout entier en arrière dans les autres poissons osseux. Cette double direction du cervelet dans les cartilagineux ; cette direction inverse du même organe chez différents poissons osseux, prouvent d'abord que la direction des artères cérébelleuses n'est pas constante, et que s'il existe une force directrice de ces vaisseaux, cette force est étrangère à la nature des organes qu'ils doivent former. Jamais, non plus que chez les poissons osseux, le cervelet des raies et des squales n'est solide. La cavité propagée jusqu'au sommet des circonvolutions extérieures est tapissée comme tout le fonds du quatrième ventricule, dans les poissons cartilagineux, par une lame de substance blanche qui n'est pas pour plus d'un cinquième dans l'épaisseur des parois. Les quatre autres cinquièmes sont de matière grise. La cavité ou ventricule du cervelet s'ouvre perpendiculairement dans le canal général de l'axe cérébro-spinal, immédiatement derrière les lobes optiques. Cette cavité cérébelleuse dans les raies se bifurque antérieurement et postérieurement dans les deux paires de prolongements cérébelleux correspondants.

Dans les poissons osseux, c'est immédiatement devant la fente qui sépare l'arcade du cervelet de la commissure du quatrième ventricule que s'ouvre inférieurement la cavité cérébelleuse. La substance blanche y est en-dehors, et la substance grise

en-dedans. L'épaisseur de la substance blanche est ici la même que celle de la substance grise chez les cartilagineux.

Ce que l'on a pris dans les poissons pour les lobes latéraux du cervelet (erreur qui de plus implique contradiction puisque ces animaux n'ont pas de protubérence annulaire) n'est autre chose que le repli formé par les parois du quatrième ventricule là où ces parois se recourbent en-dedans pour former la commissure de ce ventricule. L'on voit sur les planches que ce repli ou lobule est toujours proportionné à l'amplitude du ventricule, ou, ce qui revient au même, au développement de la huitième et de la cinquième paire. Ainsi, chez les trigles (*pl.* XIX, *fig.* 1 et 2), il n'y a pas de renflement collatéral en arrière du cervelet, parce que la cinquième paire et le nerf pneumo-gastrique y sont moins développés que chez le plus grand nombre des poissons osseux. En général, j'ai observé que les poissons qui habitent des fonds vaseux, comme les raies, les squales, l'esturgeon, les murènes, etc., ont un grand excès de développement du nerf pneumo-gastrique et du quatrième ventricule, comparativement aux poissons saxatiles et qui vivent dans les eaux très-limpides.

4°. *Des lobes optiques.*

Les fibres restantes des cordons dorsaux et toutes celles qui forment le côté externe et supérieur des cordons abdominaux de la moelle, sont tout entières employées dans les raies et les squales à former les lobes optiques dont l'épaisseur est pour les quatre cinquièmes extérieurs formée de matière blanche, et pour le cinquième intérieur de matière grise en lame aussi mince que l'est la matière blanche dans le cervelet et le quatrième ventricule des mêmes poissons. La voûte des deux lobes se continue sur la ligne médiane, sans plus d'apparence de fibres transversales ou de commissures que pour les deux cavités du cervelet médian des poissons osseux. L'épaisseur totale des parois de ces lobes est d'autant plus grande qu'ils sont plus petits à proportion de l'encéphale. Il y a réciprocité à cet égard entre le sq. galeus, *pl.* IV, *fig.* 3, et le sq. catulus, *pl.* III, *fig.* 1, la raie bouclée, *pl.* I, *fig.* 1, et la torpille et l'esturgeon, *pl.* V, *fig.* 2 et 4; ils sont solides dans la torpille et sans la moindre cavité, quoique plus gros relativement que dans l'esturgeon où ils sont creux, mais où leurs parois ont une grande épaisseur relative. Dans tous les poissons cartilagineux, les parois des lobes optiques sont formées d'un seul feuillet.

Dans les poissons osseux, des fibres analogues forment aussi les lobes optiques. Mais elles ne sont seules à les former que dans le cas de leur plus petit développement, par exemple, dans les silures, l'echeneïs, les murènes, les pleuronectes, etc., où, pour la constitution des parois et même de la base de leur cavité, ces lobes ne diffèrent guère de ceux des poissons cartilagineux. Mais dans tous les poissons osseux à appareil optique bien développé, et où le degré de développement se mesure assez bien sur la proportion de volume des lobes optiques relativement au reste de l'encéphale, ces lobes ont une structure qui n'a rien de comparable avec celle du reste du système cérébro-spinal des poissons des trois autres classes.

Et d'abord excepté à leur base où il y a un peu de matière grise, principalement dans les pédoncules du cervelet, ces lobes sont tout entiers formés de substance blanche intérieurement. Ensuite leur épaisseur n'est pas compacte et homogène, mais formée de deux feuillets.

Les fibres du feuillet externe sont le prolongement de celles que j'ai dit venir de la moelle ; elles s'épanouissent plus ou moins complètement en se contournant sur la voûte du lobe. Chez la carpe, par exemple, et surtout chez le barbeau, *pl.* X, *fig.* 1, ce feuillet n'occupe que le pourtour inférieur du lobe. Partout ailleurs ce feuillet y forme une voûte complète. La substance en est toujours grise.

On a vu tout-à-l'heure que le cervelet avait ses racines ou pédoncules antérieurs plus ou moins proéminentes dans la cavité des lobes optiques.

Au fond de la cavité commune de ces deux lobes et sur la ligne médiane, en devant des prolongements cérébelleux, s'ouvre l'entonnoir qui conduit dans la glande pituitaire, et dans les lobes mamillaires accessoires. En avant et en arrière de cette ouverture sont deux stries transversales blanches, pour lesquelles Arsaki a proposé le nom de commissures antérieure et postérieure.

De ces deux stries et du contour de l'orifice de l'entonnoir (infundibulum), naissent une ou plusieurs lames contournées et enroulées en une seule volute, laquelle, renforcée par les lames plissées du nerf optique qui viennent s'y ajouter au moins en partie, forme sur la base de la cavité un ou deux replis à contours plus ou moins excentriques. La lame la plus inférieure de toutes celles qui naissent du contour de l'entonnoir n'entre pas dans la volute générale. Elle tapisse d'abord tout le pourtour inférieur de la cavité, puis elle se replie contre ses parois en haut vers la voûte. A partir de son dégagement de dessous la volute, cette lame est cannelée sur tout le reste de son trajet par des stries nombreuses qui en multiplient les surfaces. Elle parvient ainsi sur le milieu de la voûte, où les cannelures sont moins sensibles, et où elle se réunit à celle du côté opposé. Cette lame ne passe pas sous le pédoncule

du cervelet, qui (comme on le voit *pl.* X, *fig.* 1, sur le barbeau, où par la raison indiquée le feuillet interne est à découvert), adhère toujours à la base du lobe en arrière, c'est-à-dire au cordon inférieur de la moelle.

Cette lame, par sa face extérieure, n'est que juxtaposée au feuillet externe du lobe, dont on peut la séparer sur toute son étendue. En outre, les lames dont se compose la volute, peuvent être aussi successivement déroulées.

Outre cette volute et le feuillet cannelé, dans les cas du plus grand développement de l'appareil optique, tel qu'on l'observe sur le zeus faber, la volute moins composée à la vérité que dans les spares, les scombres, etc., est surmontée d'une sorte de coquille, dont les lames séparées l'une de l'autre seraient décroissantes sur la concavité de la coquille. Par leur bord antérieur les lames de cette coquille se continuent avec les plis du nerf optique (1).

(1) Arsaki a bien décrit le mécanisme général de ces appareils; mais, ayant rédigé en Allemagne des observations recueillies à Naples, il s'est évidemment trompé, comme en beaucoup d'autres points de ses curieuses recherches, sur la détermination des espèces qui en sont le sujet. Ainsi, par exemple, il cite le muge céphalus et le zeus faber comme exemple de la forme la plus simple de ces mécanismes, qui y sont justement au plus grand degré de complication. J'ai vérifié sur le bord même de la mer, au Havre, ce qu'il dit et ce qu'il a représenté, des spares et des scombres.

5°. *Des éminences mamillaires et de la glande pituitaire.*

Dans les poissons osseux, la direction de la tige et la position du corps pituitaires sont justement l'inverse de celles des poissons cartilagineux. Dans les raies et les squales (Voir *pl.* II, *fig.* 1, sur la raie ronce), la tige pituitaire est dirigée d'avant en arrière sous la rainure qui sépare les deux éminences mamillaires, et se réunit au corps de ce nom sur le bord postérieur de ces éminences, de manière à cacher l'origine de la troisième paire quand on regarde le système cérébro-spinal par la face inférieure, et alors l'insertion des nerfs optiques dans la rainure qui sépare ces éminences des lobes optiques est à découvert.

Dans les poissons osseux, au contraire (Voir *pl.* VIII, *fig.* 1), sur le cyclopterus lumpus; *pl.* VII, *fig.* 4, sur la morue; *pl.* IX, *fig.* 1; sur la carpe, etc.), la tige pituitaire toujours dirigée dans la rainure qui sépare les éminences, se porte en avant, et le corps pituitaire répond à l'insertion même des nerfs optiques qu'il recouvre quand on regarde le système par la face inférieure. Les différences les plus extrêmes s'observent dans le volume de la tige. Dans les cyprins et les gades, elle surpasse plus de la moitié du corps pituitaire même en volume, et est sphérique comme lui. Dans le cycloptère, le corps pituitaire est à lui seul

aussi volumineux que les éminences mamillaires. Il en est à peu près ainsi dans le turbot, *pl.* XI, *fig.* 1, dans le requin et le squal. glauque. Dans les raies le corps pituitaire représente environ le quart de la masse de ces éminences, *pl.* II, *fig.* 1. Par la comparaison de toutes ces figures on voit qu'il n'y a pas de rapport constant entre la grandeur du corps pituitaire et celle d'aucune partie du système cérébro-spinal. Ce corps est toujours en plus grande partie, surtout dans les poissons osseux, formé de matière grise. Dans les squales et les raies, il est flanqué de deux sortes d'ailerons membraneux formés par des prolongements très-fins de la pie-mère.

Mais partout le développement proportionnel de cet organe, devenu un véritable lobe, est de beaucoup supérieur au degré qu'il atteint dans le reste des vertébrés. Dans le turbot, par exemple, *pl.* XI, *fig.* 1, et dans le congre, *pl.* XII, *fig.* 2 et 3, ce lobe est aussi gros que le cervelet ou que l'un des lobes cérébraux.

Il en est de même des éminences mamillaires qui ne manquent jamais. Quoi qu'en ait dit Arsaki elles sont dans la baudroie, à proportion plus développées que dans pas un animal des autres classes de vertébrés. A la vérité elles y sont moindres, à proportion de l'encéphale, que dans le reste des poissons. Elles ne manquent pas non plus à la lamproie (*pl.* VI, *fig.* 1), où je n'affirme pour-

tant pas que la tige et le corps pituitaire existent.

Arsaki les dit tout-à-fait solides et pleines dans le tetrodon mola, l'uranoscopus scabrus, la scorpène rascasse, la vive, l'espadon et les spares, et creuses dans le zeus faber, la sphyrène spet, la cœpola tœnia, le brochet et les cyprins. J'ai vérifié qu'elles le sont aussi dans les raies et les squales.

Les éminences mamillaires n'ont pas, plus que le corps pituitaire, de correspondance constante de développement avec une autre partie quelconque du système cérébro-spinal.

D'après la proportion de ces éminences chez la raie bouclée, *pl.* III, *fig.* 4, chez les trigles, *pl.* VI, *fig.* 5, chez les gades, *pl.* VII, *fig.* 4; sur la morue et *pl.* IX, *fig.* 5, sur le merlan, chez le turbot, *pl.* XI, *fig.*; on voit qu'elles constituent dans l'encéphale des poissons une paire de lobes beaucoup plus importante que le cerveau proprement dit, et à laquelle on ne retrouvera rien de semblable dans les autres classes. Comme les lobes optiques, ces éminences ou lobes mamillaires ont presque toute leur épaisseur, excepté une couche superficielle, composée de fibres blanches. Une petite partie de ces fibres se continue avec les fibres des cordons inférieurs de la moelle dont les faisceaux externes se sont en partie continués dans les lames des lobes optiques, et dont ce qui reste de fibres centrales va se terminer en rayonnant dans la masse grise qui forme le lobe cérébral des poissons. A plus forte

raison ne peut-on dériver de la moelle les fibres du lobe pituitaire lui-même. L'abondance de la pie-mère autour de ces parties explique assez qu'ainsi que toutes les autres elles ont été formées à leur place.

La cavité des lobes mamillaires toujours petite à proportion, communique par un orifice unique avec celle des lobes optiques, et se prolonge même dans la tige pituitaire chez la plupart des squales.

La forme de ces éminences est plus que demi-sphérique, de sorte qu'une rainure règne tout autour de leur continuité avec la moelle et avec la base des lobes optiques sous lesquels elles sont situées. C'est le long de cette rainure que passent les faisceaux des cordons inférieurs de la moelle qui vont se terminer dans les lobes cérébraux.

La quatrième paire de nerfs insérée dans tous les autres animaux vertébrés à la face supérieure du système, sur la ligne médiane, dans la rainure qui sépare les lobes optiques du cervelet, s'insère dans tous les poissons osseux, sans exception, à l'autre extrémité du diamètre vertical du système, au milieu de la rainure qui sépare en arrière les éminences mamillaires, des cordons inférieurs de la moelle (1). (Voy. *pl.* VII, *fig.* 4, sur la morue; *pl.*

(1) Il est bon d'observer que ce fait si important, de l'insertion de la quatrième paire à l'extrémité inférieure du diamè-

VIII, *fig.* 1, sur le cycloptère lump; *pl.* XI, *fig.* 1, sur le turbot; *pl.* XII, *fig.* 2, sur le congre.)

C'est dans la partie latérale de cette rainure que s'insère la troisième paire de nerfs dans tous les poissons osseux ou cartilagineux sans exception. Enfin, c'est sur le contour antérieur de ces éminences et dans la partie antérieure de la rainure qui les sépare des lobes optiques, que se dirigent les fibres ou les lames des nerfs optiques. Les plus inférieures de ces fibres et de ces lames des nerfs optiques se continuent visiblement chez un grand nombre de poissons avec les fibres supérieures des lobes mamillaires.

6°. et 7°. *Des lobes cérébraux et des lobes olfactifs.*

Dans tous les poissons osseux, le peu de fibres moyennes et internes des cordons inférieurs de la moelle qui ne sont pas terminées dans les lobes optiques ou dans les éminences mamillaires, se prolongent au-dessus de l'insertion des nerfs optiques sous forme de deux courts et minces filets,

tre vertical de l'encéphale, a échappé à M. Serres. Mais ce qui est inexplicable, c'est que ce savant anatomiste supposant que cette insertion est la même dans les poissons osseux que dans les poissons cartilagineux, dans les oiseaux, dans les reptiles et dans les mammifères, fasse de cette fausse supposition le principe fondamental de la détermination de l'encéphale de ces mêmes poissons osseux. (Voy. Serres, *Anat. comp. du cerveau*, tom. I, pag. 200 et suiv.)

jusqu'à la base de deux tubercules solides de matière grise dans laquelle ils s'enfoncent. En y pénétrant ils communiquent entre eux par une commissure dont la blancheur tranche sur la couleur de ces deux tubercules, qui sont par leur place les analogues des couches optiques ou noyaux postérieurs de ces lobes cérébraux chez l'homme et les mammifères. Car, comme les lobes cérébraux dans les mammifères sont l'assemblage de fibres nerveuses de trois origines différentes, savoir, les unes venant de la moelle par les pyramides, les autres des couches optiques, les dernières des corps striés, il est évident que par lobe cérébral on ne peut entendre chez les poissons osseux un organe composé comme chez les mammifères. En effet, ce tubercule des poissons osseux n'a pas une fibre blanche, il est seulement l'aboutissant des fibres les plus longues de la moelle. Or, dans les mammifères, la partie du lobe cérébral la plus voisine des lobes optiques, celle qui ne forme qu'une masse de matière grise, et qui est unie avec son analogue par une commissure blanche, laquelle à travers la substance grise va joindre les fibres venant de la moelle, c'est la couche optique.

Le lobe cérébral des poissons osseux ne représente donc que la seule couche optique de ce lobe, tel qu'il existe chez les mammifères, les oiseaux et même la plupart des reptiles.

Au devant du lobe cérébral et ne lui adhérant

que peu ou point, existe dans la plupart des poissons osseux, moins les cyprins, les gades, les silures, etc., une autre paire de lobes également solides et formés de matière grise. Un petit ruban de fibres blanches étendu sous les lobes cérébraux sans y adhérer le plus souvent, mais toujours s'en distinguant par sa couleur blanche, unit chacun de ces lobes à la commissure des lobes cérébraux, ou, pour mieux dire, des extrémités terminales de la moelle enfoncées dans ces lobes. On voit en dessous ces deux rubans, *pl.* XII, *fig.* 2, sur le congre; et en dessus sur le mugil cephalus, *pl.* VI, *fig.* 4.

Parmi les espèces de poissons osseux que j'ai étudiés, sur le seul congre, où les lobes olfactifs forment la plus volumineuse des paires de lobes encéphaliques, le ruban d'insertion ou le pédoncule de ces lobes à la moelle, envoie un petit filet blanc dans les lobes cérébraux. Ce filet ne se voit qu'en regardant de côté quand on écarte le lobe cérébral du ruban subjacent. Le lobe olfactif du congre communique donc avec deux parties différentes de l'encéphale. Cette double connexion est comparable à celle du ruban par lequel le nerf optique se continue d'une part avec la couche optique et la partie centrale blanche du lobe cérébral même, et d'autre part avec le tubercule quadri-jumeau antérieur, chez l'homme et la plupart des mammifères.

Je ne connais pas d'autre exemple de double communication d'organes encéphaliques dans les poissons.

Dans les cyprins, *pl.* I, *fig.* 2, chez la carpe; *pl.* X, *fig.* 1, chez le barbeau; dans les gades, *pl.* VII, *fig.* 5, chez la lotte; dans les silures; dans les tetrodons, *pl.* V, *fig.* 1, etc., les lobes cérébraux terminent l'encéphale en avant. Les lobes olfactifs sont hors de la cavité cérébrale, et leurs pédoncules ont quelquefois une longueur double ou triple de l'encéphale. Ces pédoncules, formés par deux ou trois filets semblables à ceux par lesquels les nerfs spinaux s'insèrent à la moelle chez l'homme et les mammifères, se terminent à la petite commissure des lobes cérébraux. Ces filets passent, sans y adhérer, sous les lobes cérébraux qu'on en peut écarter pour les voir.

Quand le lobe olfactif est situé ainsi contre la narine loin du cerveau, il constitue un ganglion grisâtre bien plus consistant que le lobe olfactif ordinaire. Et comme dans ce dernier cas, et lors même de son plus grand développement, par exemple, dans les murènes, *pl.* XII, *fig.* 1 et 2, ce lobe a la même consistance, la même couleur que dans les gades, silures, etc.; comme enfin dans les muges, spares, etc., le pédoncule du lobe olfactif se prolonge en avant du cerveau d'une ou deux fois le diamètre de ce lobe; il suit qu'il n'y a entre le lobe olfactif des gades, cyprins, etc., et celui

des autres poissons osseux, il n'y a d'autre différence que la longueur de ce pédoncule, ou, ce qui est la même chose, l'inégalité de la distance au cerveau.

En conséquence, la longueur du pédoncule du lobe olfactif, quelle qu'elle soit, n'implique pas que le lobe terminal ne soit pas l'analogue du lobe olfactif, que l'on verra chez l'homme et les mammifères ne communiquer aussi avec le cerveau que par un ruban double ou triple de la longueur même du lobe.

L'existence simultanée d'une paire de lobes, où aboutissent les nerfs olfactifs, et d'une autre paire de lobes, intermédiaire à celle-là et aux lobes optiques, est la seule règle pour déterminer les lobes cérébraux, qui forment alors cette paire intermédiaire.

Or dans ce cas, le volume du cerveau, relativement à la masse totale de l'encéphale, ne varie pas, quelle que soit la grosseur des nerfs et des lobes olfactifs. Au contraire, les lobes olfactifs grandissent ou diminuent constamment comme les nerfs olfactifs eux-mêmes. Le cerveau n'est donc lié par aucun rapport de volume, ni avec les nerfs olfactifs, ni avec leurs lobes.

Or dans les dauphins, où le cerveau est parfaitement déterminé par sa seule composition et par sa grande ressemblance avec celui de l'homme, il n'y

a ni nerfs ni lobes olfactifs. Et ce cerveau est pourtant à proportion presqu'aussi volumineux que celui de l'homme. Le plus grand développement possible du cerveau, peut donc coïncider avec l'absence totale et de lobes et de nerfs olfactifs.

Dans le tetrodon mola, *pl.* V, *fig.* 1, le nerf olfactif est réduit à un état rudimentaire absolument capillaire sur toute sa longueur, qui égale trois fois celle du système cérébro-spinal entier; et il y a au devant des lobes optiques une paire de lobes, en proportion ordinaire avec l'encéphale des poissons. Le rudiment de nerf olfactif ne se termine pas dans ces lobes, mais, dans leur commissure. Ces lobes, qui d'ailleurs précèdent les lobes optiques, sont donc les lobes cérébraux.

Le défaut de lobes olfactifs coïncide ici avec l'état capillaire du nerf, dernier degré d'existence qui en précède l'anéantissement.

Jamais le nerf olfactif n'est continu avec le cerveau, mais seulement avec son propre lobe particulier, dont la communication avec le cerveau ou plutôt avec l'extrémité antérieure des cordons inférieurs de la moelle, ne se fait que médiatement et par un pédoncule, chez tous les poissons osseux. Dans le cas d'état rudimentaire, le nerf olfactif n'a pas de lobe et se rend directement à la commissure des lobes cérébraux.

Le nerf olfactif ni son lobe ne dépendent donc

du cerveau, ni pour les connexions anatomiques, ni pour les rapports de développement et de structure chez les poissons.

Quand donc il n'y a qu'une seule paire de lobes au devant des lobes optiques, si cette paire est immédiatement continue avec les nerfs olfactifs, et si elle grandit et diminue comme eux, cette paire de lobes n'est pas le cerveau, mais les lobes olfactifs (Voy. *pl.* I, *fig.* 1, pour la raie bouclée; *pl.* II, *fig.* 1, pour la raie ronce; *pl.* III, *fig.* 1 et 2, pour le sq. galeus; *pl.* IV, *fig.* 1 et 2, pour le sq. catul.; *pl.* V, *fig.* 2, pour la torpille).

Le cerveau manque donc alors.

Or ce cas arrive chez les squales et les raies. Ces animaux manquent donc de cerveau.

Comme dans le cas de l'existence des lobes cérébraux, chez les poissons osseux, la communication des lobes olfactifs avec la moelle, se fait au-dessous des premiers, il suit encore que l'absence de lobes cérébraux, chez les raies et les squales, ne change pas les rapports d'insertion des nerfs olfactifs et optiques.

C'est dans les raies et les squales que les lobes olfactifs parviennent au plus grand développement connu chez tous les animaux à vertèbres. Ces lobes, quoique solides et soudés en une seule masse dans les raies, y représentent au moins le tiers de toute la masse encéphalique. Dans la seule torpille ils sont comparativement rudimentaires quoi-

que supérieurs à tout ce qui existe dans les poissons osseux, moins les murènes.

Dans les squales ils sont constamment plus développés que chez les raies; dans la roussette (*pl.* IV, *fig.* 1), où ils sont sillonnés de nombreuses et profondes circonvolutions qui rappellent celles du cerveau des mammifères, ils représentent la moitié de l'encéphale. Dans le marteau (sq. zygœna) leur proportion est encore supérieure d'après Arsaki. Dans les squales glaucus, carcharias et griseus, ils sont moins développés; mais dans toutes ces espèces (excepté peut-être le zygœna, que je n'ai pu examiner) ils diffèrent de leurs analogues chez tous les autres poissons par les ventricules larges et spacieux dont ils sont creusés, et qui se propagent dans le nerf jusque contre la narine. Partout ces lobes sont formés de substance grise très-épaisse. Leur cavité dans les squales est revêtue d'une mince couche de matière blanche et pourvue d'une pie-mère abondante, qui s'y introduit au milieu par un trou communiquant avec la cavité commune des lobes optiques, et latéralement par une fente ouverte en dehors en arrière de chaque lobe.

De la face inférieure du système cérébro-spinal des poissons.

Sur toute sa longueur la face abdominale du système cérébro-spinal des poissons ne présente que

deux renflements : ce sont les éminences mamillaires entre lesquelles se place le corps pituitaire. Pour tous les autres lobes de la face supérieure, soit ceux qui sont communs aux poissons avec les mammifères, soit ceux qui sont propres aux poissons, tels que les cinq paires cervicales des trigles, la paire gastro-pneumatique de la carpe, de la torpille et du sur-mulet, etc.; il ne se développe aucun renflement à la face inférieure. Au contraire, chez les trigles et chez la carpe, comme chez les raies et les squales, pour le cervelet et pour les replis du lobe du quatrième ventricule, l'aplatissement de la face inférieure y est plus marquée que sur tout autre segment de la moelle (Voy. *pl.* IV, *fig.* 2, pour le sq. catul., et *pl.* VI, *fig.* 5, pour les trigles). Il n'y a donc rien ni sous le cervelet, ni sous le quatrième ventricule, qui puisse rappeler la protubérance annulaire, ni ce qui en a été distingué à tort chez les ruminants et les carnassiers, sous le nom, de corps trapezoïde (Tiedemann), de commissure des nerfs auditifs. (Gall.) Ainsi donc, les fibres des cordons inférieurs de la moelle sont libres et apparentes sur toute leur longueur jusqu'aux éminences mamillaires.

Il en résulte que sur tous les points de cette longueur, les nerfs s'insèrent à la moelle de la même manière, puisqu'ils n'ont à traverser aucun appareil extérieur à la moelle pour se mettre en connexion avec ses fibres.

Je reviendrai sur ce mécanisme à l'article de la protubérance annulaire ou pont de varole des mammifères.

Il n'y a donc pas lieu de chercher chez les poissons des parties analogues à la protubérance, aux éminences olivaires et pyramidales, puisque ces trois sortes de parties, excepté les dernières qui ne sont qu'une disposition spéciale des fibres, sont sur-ajoutées ou superposées à la face inférieure de la moelle, toujours libre et découverte dans les poissons. A plus forte raison, n'y a-t-il pas lieu de chercher à ces mêmes parties des analogues sur la face supérieure de la moelle, comme l'avait proposé un illustre zoologiste.

Dans tous les poissons, excepté, comme on a vu, les lophius et les tetrodons, la moelle épinière occupe toute la longueur du canal des vertèbres, régnant lui-même sur toute l'étendue de la colonne.

Il résulte de cette disproportion de la moelle épinière à l'étendue de son canal dans les deux cas de l'exception citée, l'intervertissement de cet accroissement de la moelle par rapport à l'encéphale, accroissement que MM. Sœmmering, Gall et Cuvier croyaient progressif à mesure que diminuait l'intelligence et qu'augmentait la force musculaire. La baudroie et le tetrodon sont peut-être, de tous les poissons et même de tous les vertébrés, ceux qui ont le plus de masse musculaire, et ce sont de tous les animaux ceux qui

ont la plus petite moelle épinière. Enfin, relativement aux masses musculaires à exciter, tous les poissons, sans exception, ont à proportion de tous les vertébrés les plus petits organes nerveux, lors même que la moelle occupe toute la longueur du canal.

De plus, si le rapport d'accroissement de la moelle épinière, avec le volume de l'encéphale, était une exacte mesure de la proportion d'intelligence, les deux poissons cités tout-à-l'heure devraient avoir au moins autant de génie que l'homme. En conséquence, à quelque degré qu'existe ce rapport, il n'en peut résulter aucune indication pour mesurer les facultés intellectuelles ou instinctives des animaux.

Du système cérébro-spinal des Lamproies.

Les lamproies, qui forment en grande partie la première famille du premier ordre des poissons dans la série des chondroptérygiens (Règne animal par M. Cuvier), ont un système cérébro-spinal tellement différent pour la forme et surtout pour la structure et les propriétés physiques de celui de tous les autres poissons, qu'il est indispensable d'en parler séparément.

Tout le monde sait que la colonne vertébrale et le crâne de ces poissons offre une consistance cartilagineuse extrêmement molle. J'ai examiné à la fin du printemps, en mars, avril et mai, et au com-

mencement de l'automne, un très-grand nombre de lamproies (petromyzon maximus), et je n'ai point trouvé leurs cartilages plus solides que ceux du petromyzon fluviatilis et du petromyzon branchialis au mois de décembre. Ce périodisme de dureté et de mollesse, que l'on a attribué à la colonne vertébrale des lamproies, me paraît donc au moins douteux.

L'enveloppe membraneuse du système cérébro-spinal de toutes les lamproies, par une dissection très-soignée, se sépare en deux tubes concentriques l'un à l'autre. Le tube extérieur, transparent et d'une extensibilité qui va jusqu'à tripler sa longueur, adhère aux parois du canal cartilagineux par une cellulosité fibreuse et très-élastique. On n'y aperçoit aucune trace de vaisseaux. Le tube intérieur adhère au précédent par un tissu floconneux assez rare, qui empêche de distinguer si tout le long de la colonne vertébrale les nerfs se terminent sur le premier tube ou sur le second.

Ces deux enveloppes conservent une demi-transparence et une texture sèche particulières, jusqu'au quatrième ventricule. Mais à cette hauteur, il se dépose dans leurs mailles, dont le tissu devient moins serré, une sorte de pulpe grise, piquetée de granulations noires. Depuis la limite de ce changement jusqu'au devant des lobes optiques, la gaine de ces membranes s'écarte bien davantage du système cérébro-spinal que dans le rachis.

Aussi ne se replie-t-elle pas dans l'intervalle des différents lobes. Sa périphérie dans le crâne décrit une sorte d'ellipsoïde. Tout le long de la colonne vertébrale, sa face interne, entièrement lisse, n'a aucune adhérence, ni même aucun contact avec la moelle. Dans le crâne elle se continue en dessus et en dessous à l'encéphale par des prolongements vasculaires sur la ligne médiane. Supérieurement dans l'espace répondant au quatrième ventricule et aux lobes optiques, la membrane forme un long repli flottant sur les deux tiers postérieurs de l'encéphale. La face interne du plafond de ce repli est sillonnée à droite et à gauche de la ligne médiane de petites rainures transverses et parallèles, comme des barbes de plume sur la tige. Ces rainures séparent des feuillets rougeâtres disposés à peu près comme les petites lames des narines des poissons. Deux petits vaisseaux passent de cet appareil dans le quatrième ventricule.

Cette enveloppe (représentée en position par la face inférieure, *pl.* VI, *fig.* 1). quoique partout distante du tube cartilagineux qui l'entoure y adhère par de nombreux filaments très-fins qui sont peut-être autant de petits vaisseaux. Ces adhérences sont moins nombreuses autour de l'encéphale. L'intervalle de tous ces filaments est rempli par une sorte d'huile liquide, qui maintient le tube membraneux dans une situation fixe. Cette huile est plus abondante dans le crâne. La face in-

terne du tube intérieur est partout lisse et écartée du système cérébro-spinal par un liquide presque transparent, qui est surtout abondant autour du lobe du quatrième ventricule. Comme sur toute la longueur de la moelle épinière et jusqu'à la commissure du quatrième ventricule, aucun nerf ne traverse l'enveloppe pour se rendre à la moelle, c'est ce liquide intérieur qui seul maintient la moelle épinière dans une position constante par rapport à l'axe du canal. Aucune membrane ne peut être aperçue par aucun moyen, même aux plus fortes loupes, sur la surface de la moelle épinière et de l'encéphale. Le tube membraneux sert donc à la fois de pie-mère et d'arachnoïde. Car on a vu qu'il n'y a pas de dure-mère chez les poissons.

La *moelle épinière* sur toute sa longueur est demi-transparente, parfaitement homogène, comme une gelée végétale ou animale, et d'une couleur opaline. Elle forme un ruban horizontalement aplati, et dont les bords légèrement arrondis sont parfaitement lisses. Pas le moindre filament ne s'étend de sa surface au pourtour du tube membraneux circonscrit. Vue à la loupe et au microscope, sa substance n'offre aucune disposition ni globuleuse, ni linéaire; et quand on l'étend sur une lame de verre, dans un beau jour de mars ou d'avril, elle s'évapore rapidement, et il n'en reste qu'une empreinte presque sans épaisseur, sur la-

quelle on ne voit que trois lignes parallèles longitudinales, d'une ténuité presque géométrique. Au contraire, toute la matière de cette substance se conserve si bien dans l'alcool qu'au bout de deux ans le ruban de la moelle, ainsi que le tube membraneux circonscrit, n'ont subi qu'un léger retrait, de sorte que l'intervalle de la moelle à la meninge a conservé ses proportions, et que la matière de la moelle n'a perdu que sa transparence. Par l'effet de cette conservation, la différence de structure de la moelle et des lobes encéphaliques, continue de se prononcer bien distinctement. Tous ceux-ci paraissent formés d'une aglomération de petites globules, la substance de la moelle reste compacte et homogène.

Or, cette moelle, qu'une évaporation de quelques heures a consumée, et que l'acool a conservé presque dans son intégrité durant deux années, forme sur une lamproie d'environ trois pieds de long un ruban d'une ligne de large et d'à peu près un quart de ligne d'épaisseur. En mars, en avril et mai, la cohésion de ses molécules est telle chez la lamproie, que son élasticité prête cinq à six fois de suite, à des allongements plus que doubles de la dimension primitive, et à autant de restitutions de cette longueur. Dans cet allongement il n'y a aucun redressement d'angles ni de courbures. C'est la même apparence que dans l'extension d'un ruban de gomme élastique. Or, rien n'est moins extensible, n'est plus fragile, que la matière céré-

brale, blanche ou grise, des autres animaux vertébrés. Au contraire, au mois de décembre, dans les pétromyzons fluvialis et branchialis, la moelle épinière est tout à fait inextensible et aussi fragile que le serait un morceau de cartilage découpé en une lame étroite et très-mince. Ces différences, dans l'état physique de la moelle de ces animaux, y sont-elles permanentes ou périodiques?

Quoi qu'il en soit il n'y a pas dans cette moelle épinière, la moindre apparence ni de sillons latéraux ou médian, ni de rainure même superficielle, ni de canal central, ni de cette division, prétendue nécessaire, en huit cordons, nombre dont l'harmonie aurait été préétablie depuis l'homme jusqu'au polype. Il n'y a non plus aucune démarcation de substances hétérogènes; disposition aussi supposée nécessaire et constante par un physiologiste qui fit dépendre de l'existence de la matière grise au centre de la moelle, l'excitation des mouvements, quoique tous les poissons, et comme on va voir, tous les reptiles, fussent là pour démentir cette prétendue loi.

Le *lobe du quatrième ventricule*, (*pl.* VI, *fig.* 2), a, comme à l'ordinaire, ses deux cordons supérieurs repliés en dedans. Mais leurs extrémités ne se réunissent pas, elles ne sont que juxta-posées sur la ligne médiane. On en a déjà vu un exemple, même sans juxta-position et avec un écartement sensible sur la torpille, *pl.* V, *fig.* 2 et 3. Une rainure profonde sépare dans les lamproies cette commissure des lobes op-

tiques, dont la voûte elle-même n'a pas ses deux moitiés soudées, mais seulement juxta-posées sur la ligne médiane.

M. Cuvier a découvert sur la raie ronce une juxta-position semblable des deux moitiés du cervelet, qui n'adhèrent en une seule masse, que par l'agglutination de la pie-mère réfléchie de leur convexité dans leur concavité; fait qui rend visible en permanence dans cette espèce le mécanisme par lequel s'est formé le système cérébro-spinal tout entier.

Les parois du quatrième ventricule sont un peu moins élastiques que la moelle épinière. Ces parois résultent de deux feuillets contenus l'un dans l'autre; le feuillet interne, seul continu à la moelle épinière, en a toute l'élasticité. En avant il se continue aussi avec la base des lobes optiques, en passant sous la commissure du quatrième ventricule, entièrement formée par le feuillet extérieur qui en avant se perd sur la couche superficielle des lobes optiques, s'amincit en arrière et finit par adhérer très-intimement et se perdre sur la surface de la moelle épinière. Quand on tire sur la moelle épinière, le feuillet intérieur se sépare des lobes optiques, et l'extérieur, qui détermine seul la figure du quatrième ventricule, reste continu à l'encéphale. On ne connaissait encore de ces dédoublements de parois qu'aux lobes optiques des poissons, où Arsaki et moi en avons découvert.

Les lobes optiques ont ensemble moins d'étendue transversale que le quatrième ventricule; et, ainsi que je l'ai dit, ils viennent après la commissure.

Or dans la presque totalité des poissons osseux, il existe derrière le cervelet un autre organe qu'en sépare une fente dont la largeur et la longueur égalent souvent la moitié ou les deux tiers de la largeur de la moelle.

Cet organe (*pl.* VII, *fig.* 2, sur le trigla cuculus) forme une arcade sur le quatrième ventricule. Le cervelet peut donc exister en même temps que cette arcade, ou sans elle, puisqu'il n'y a pas la moindre trace de cette arcade dans les mammifères.

On ne voit pas pourquoi le cervelet pouvant exister sans cette arcade, elle ne pourrait pas exister sans le cervelet. Toujours est-il que là où elle existe c'est une partie de plus que là où elle manque; c'est une partie de moins. Et, réciproquement, il en faut dire autant du cervelet. Or comme les lobes optiques des lamproies précèdent immédiatement cette arcade, ces poissons n'ont donc pas de cervelet, que l'on voit déjà si petit dans la torpille, où cette commissure est si développée.

On voit sur l'esturgeon, *pl.* V, *fig.* 4, les cordons supérieurs du quatrième ventricule repliés aussi immédiatement derrière les lobes optiques auxquels ils adhèrent, et se réunir sur la ligne média-

me; aucun lobe n'existe ici derrière ces lobes optiques.

Or, si petit que soit le cervelet (même dans la torpille, *pl.* V, *fig.* 2 et 3, la carpe, *pl.* I, *fig.* 2.) il est toujours creusé d'une cavité. Faut-il donc, à cause du volume de cette commissure de l'esturgeon, dont la proportion n'excède guère celle de la torpille, en faire un cervelet? L'adhérence de la commissure aux lobes optiques n'en est pas non plus un motif, car on a vu par l'exemple des deux moitiés du cervelet de la raie ronce que les mêmes parties peuvent être ou adhérentes ou juxta-posées. L'esturgeon manque donc de cervelet, comme les lamproies.

Au devant des lobes optiques viennent des lobes *cérébraux* un peu plus petits, et que surmonte antérieurement un petit lobe impair, dont on veut faire une glande pinéale. Comme la glande pinéale dans tous ses degrés d'existence repose toujours en arrière sur les lobes optiques, cette comparaison me semble inadmissible. Ce petit lobe des lamproies est donc surnuméraire au complet des autres poissons. Les lobes cérébraux sont solides. On se souvient qu'ils manquent aux raies et aux squales.

Enfin, au devant des lobes cérébraux (voy. *pl.* V, *fig.* 1 et 2) est une dernière paire de lobes, la plus volumineuse de tout l'encéphale, et sur laquelle vient s'appliquer le tube membraneux qui était resté écarté de l'encéphale en arrière. Ces lobes, continus

aux nerfs olfactifs, sont donc les olfactifs. Ils sont solides comme dans les raies.

Le petit lobe impair dont on veut faire la glande pinéale est situé dans la rainure qui sépare les lobes olfactifs des lobes cérébraux. Autre raison d'exclure la détermination proposée.

L'on voit que, par toutes ces différences, les lamproies se séparent autant de la deuxième famille des poissons cartilagineux ordinaires, c'est-à-dire, des chimères, des raies et des squales, avec lesquels elles forment la première série ichtyologique, que des poissons osseux proprement dits, c'est-à-dire, de tous ceux qui ont été rangés dans la seconde série (M. Cuvier). Quant aux esturgeons, formant le deuxième ordre de la première série, leur système cérébro-spinal ressemble beaucoup plus à celui des poissons osseux qu'à celui des raies, des squales, et, à plus forte raison, qu'à celui des lamproies. Ils ne diffèrent réellement des poissons osseux que par la grandeur de la commissure du quatrième ventricule, et par le défaut de cervelet, ou, comme on voudra, par l'excès de petitesse relative du cervelet, et par le défaut de commissure au quatrième ventricule.

Il faut donc absolument, dans la classification des poissons, séparer les lamproies en un ordre distinct, à caractères plus isolés que ceux des autres poissons cartilagineux, où pourtant, comme on l'a vu, par l'absence du cerveau, chez

les raies et les squales, et par celle du cervelet, chez les esturgeons, il y a raison suffisante de faire deux autres ordres tout aussi distincts entre eux que chacun d'eux l'est des lamproies et de tous les ordres de poissons osseux. Car, quant à la forme du système cérébro-spinal, tous les poissons osseux ne font réellement qu'un seul ordre, ainsi qu'on le verra pour les oiseaux. Par l'identité parfaite de l'encéphale des tétrodons, des cycloptères et des lophius avec celui des autres poissons osseux, on voit combien étaient fondés les motifs zoologiques qui ont fait rapporter par M. Cuvier ces trois genres à la grande division des poissons osseux.

CHAPITRE II.

DU SYSTÈME CÉRÉBRO-SPINAL DES REPTILES.

Sous ce nom de reptiles nous allons voir compris des êtres aussi dissemblables entre eux, pour le nombre, la figure, le plan, et l'assemblage des parties du système cérébro-spinal, que le sont réellement les animaux réunis dans la classe précédente. Déjà, par des motifs presque purement zoologiques et pour ainsi dire tirés de la superficie de ces animaux, on avait divisé les reptiles en quatre ordres. Or on va voir qu'ici les coupes zoologiques ont mieux traduit la nature que dans la grande

classe des poissons. Ces quatre coupes coïncident justement avec les limites tracées par l'organisation du système cérébro-spinal des reptiles. Mais il faut observer que, dans les deux premières classes de vertébrés, les limites de ces ordres marquent des intervalles infiniment plus larges que ces mêmes termes ne le supposent dans les oiseaux et les mammifères. De sorte que, à l'instar des quatre séries que nous proposons dans les poissons, les quatre ordres de reptiles, au lieu de représenter une même combinaison, un même type général d'organes comme les oiseaux et les mammifères, (classes qui ont réellement chacune un type unique et commun), semblent tous avoir été construits sur des plans et d'après des modèles particuliers et tout à fait étrangers les uns aux autres. Il y a plus, c'est que, d'un ordre à l'autre, ces disparités du nombre, de la forme, de l'assemblage et du plan des parties, sont aussi grandes, on peut le dire, que celles qui distinguent les mammifères des oiseaux. Et ces disparités ont été autrefois plus grandes encore. L'anatomie fossile vient dans les ichtyosaurus de révéler l'antique existence de sauriens à charpente osseuse calquée sur celle des cétacés, avec une paire de membres postérieurs de plus ; dans les plésiosaurus, celle d'autres reptiles à squelette assemblant une moitié antérieure de serpent sur un corps de cétacé à quatre membres; et, dans les ptérodactyles, celle de sauriens à cou et à jambes d'oi-

seau, à tête de bécasse fendue d'une gueule démesurément longue qu'arment de petites dents vers la pointe seulement, enfin à ailes de chauvesouris, que tend un seul et énorme doigt de la main, où les autres restent libres et proportionnés pour ramper ou pour s'accrocher. Par cette dernière accumulation de formes hétéroclites, un vrai reptile avait la faculté de marcher, de se tenir debout, de replier un long cou comme un oiseau, de voler, de ramper comme une chauvesouris, et d'assembler ainsi, dans une harmonie unique et nouvelle, des formes qui aujourd'hui semblent tellement propres à des plans séparés par d'immenses intervalles, que sans cet irrécusable témoignage, leur association nous eût paru impossible et contradictoire.

1°. Et d'abord on a vu le segment postérieur du crâne des batraciens formé de deux os seulement, et leur colonne vertébrale, formée de sept à huit vertèbres.

Dans les grenouilles, crapauds et rainettes (voy. *pl.* V, *fig.* 5, sur le crapaud commun), le système cérébro-spinal diffère de celui des poissons, soit osseux, soit cartilagineux, par l'absence de cervelet, à quoi répond la réduction de l'anneau occipital; par l'existence d'une cavité dans les lobes cérébraux, et par l'adjonction de la matière grise à la matière blanche dans la moelle épinière. Il y a plus,

c'est que la majeure partie de la substance de la moelle est grise, et de plus, c'est que cette matière est circonscrite à la blanche.

La proportion de forme et de grandeur de la moelle épinière varie d'un genre à l'autre. Dans les crapauds (*pl.* V, *fig.* 5), la moelle épinière n'occupe que la moitié de la longueur du canal vertébral; elle est légèrement rétrécie entre l'insertion des nerfs qui vont aux membres antérieurs, et l'insertion de ceux qui vont aux membres postérieurs. Le faisceau des nerfs lombaires et cruraux remplit la moitié postérieure du canal. Dans les grenouilles, l'insertion des nerfs lombaires et cruraux se fait plus bas que dans les crapauds, d'environ un cinquième de la longueur du canal. Mais la moelle épinière occupe le dernier tiers de cette longueur jusqu'au sacrum par un prolongement conique d'un calibre assez peu réduit, et sur lequel ne s'insère aucun nerf. La matière de ce prolongement médullaire est la même que celle de la partie supérieure de la moelle. Chez les rainettes, plus vives et plus agiles encore que les grenouilles, c'est au dernier sixième de la longueur du canal que s'insère le dernier nerf crural, et, par conséquent, le prolongement libre de la moelle jusqu'au sacrum est encore plus court et plus gros à proportion que dans les grenouilles.

Deux genres seulement de poissons osseux, nous

ont offert ces inégalités de longueur de la moelle relativement, soit au canal vertébral, soit à la taille de l'animal. En outre, la proportion de matière grise est moindre dans la moelle épinière des crapauds que dans celle des grenouilles et des rainettes. Le sillon dorsal reste très-profond dans ces deux derniers genres. Au quatrième ventricule plus grand à proportion que dans la plupart des poissons osseux, les deux cordons supérieurs de la moelle se replient en-dedans derrière les lobes optiques, comme chez la lamproie. Mais ils se soudent sur la ligne médiane. La commissure qui en résulte est beaucoup plus blanche et plus mince dans les crapauds que dans les grenouilles, chez qui elle adhère et se continue aux lobes optiques; ce qui n'a pas lieu dans le crapaud accoucheur. Le canal central de la moelle presqu'effacée derrière le quatrième ventricule passe sous cette commissure comme chez les poissons.

Les lobes optiques un peu rétrécis en avant, y sont aussi un peu étranglés par un sillon transversal. Mais ces deux portions de lobe ne présentent aucune différence. Le feuillet médullaire qui les constitue ne circonscrit qu'une seule et même cavité; et c'est au-devant de ce petit lobule entre les deux lobes cérébraux qu'existe la commissure blanche qui détermine les couches optiques. Cet étranglement des lobes optiques par un sillon ne constitue donc pas deux organes distincts, et

la couche optique est en avant, recouverte par la voûte du lobe cérébral.

La forme de ce lobe varie peu d'un batracien à l'autre. Au-devant de lui et séparé seulement par un rétrécissement, mais toujours solide, est le lobe olfactif, constamment composé de matière grise comme le lobe cérébral.

Il n'y a à la face inférieure du système cérébro-spinal d'autre renflement que la tige pituitaire, toujours située derrière le croisement des nerfs optiques. Rien ne rappelle surtout ces lobes mamillaires qui entrent pour une si forte proportion dans l'encéphale des poissons.

2°. Les serpents rappellent les poissons par le défaut absolu de matière grise dans leur moelle épinière, et par la structure très-apparente des fibres longitudinales blanches de cet organe. Chez tous, depuis les orvets et les amphisbènes jusqu'aux couleuvres, boas et serpents à sonnettes, la moelle épinière d'un calibre uniforme sur toute sa longueur, excepté derrière le premier quart de la queue si courte à proportion chez la plupart de ces animaux, est creusée d'un canal rempli de sérosité. Les parois de ce canal ont une consistance bien moindre que les couches plus excentriques, et surtout que la couche superficielle. Cette consistance se rapproche de celle que présentent les dernières couches concentriques formées dans l'encéphale des mammifères à l'état de fœtus.

Le quatrième ventricule plus petit à proportion que dans les batraciens, offre une paire de petits tubercules, à son plancher dans la vipère d'Europe, et sur ses bords, dans la couleuvre commune. Sa commissure est très-petite chez l'amphisbène, *pl.* V, *fig.* 6, réduction qui coïncide, comme on le verra, avec celle de la cinquième paire de ce serpent. Dans le trigonocéphale, *pl.* V, *fig.* 7, cette commissure est beaucoup plus large, mais comme les lobes optiques proéminent sur elle en arrière, on ne peut voir toute sa largeur. Sa grandeur est encore en proportion ici avec celle de la cinquième paire.

Ce qui varie le plus pour la grandeur dans l'encéphale des serpents, ce sont les lobes optiques. Les extrêmes s'en observent dans l'amphisbène et dans les trigonocéphales et les serpents à sonnettes. Dans l'amphisbène leur petitesse coïncide avec leur solidité. Partout ailleurs ils sont creux : mais leur cavité a toujours ses parois lisses ; et un seul feuillet en forme l'épaisseur.

Les lobes cérébraux ne varient que pour la figure et peu pour la proportion de grandeur. Ils sont toujours lisses et leur cavité contient une couche optique et un corps strié, aussi ont-ils une commissure antérieure. Je n'ai jamais vu la moindre apparence de glande pinéale chez aucun de ces reptiles.

Les lobes olfactifs toujours séparés des précédents par un étranglement sont solides, com-

posés de matière grise et plus gros à proportion que chez les batraciens. La glande pituitaire presque sessile existe derrière le croisement des nerfs optiques, et la base des lobes optiques commence à se renfler à la face inférieure de l'encéphale, comme on le verra chez les oiseaux.

3°. Chez les crocodiles, cette première famille des sauriens qu'on a vu tant différer des autres pour la construction de la tête, l'encéphale, le lobe du quatrième ventricule et le premier segment de la région cervicale, ne diffèrent pas moins de ce qu'ils sont dans les lézards ordinaires, par exemple, les anolis, les geckos et les lézards.

Et d'abord, à une distance du cerveau, égale à la longueur du lobe cérébral, le lobe olfactif creux et aussi gros sous sa forme ovoïde que l'un des lobes optiques, reçoit, par la moitié antérieure de son côté externe, un très-grand nombre de filets nerveux parallèles. La moitié postérieure du lobe, plus fusiforme, se continue par un pédoncule aussi long que le lobe cérébral, avec la pointe effilée de ce lobe. Celui-ci, de forme demi-conique aplati, contient, sous une voûte lisse et sans circonvolutions, un corps strié en avant, une couche optique en arrière, liés à leurs parties homologues par deux commissures antérieure et postérieure. Cette voûte se continue en arrière et par un rétrécissement profond avec celle des lobes optiques, qui ensemble

n'ont pas la moitié du volume d'un lobe cérébral.

Une rainure, profonde de presque toute la hauteur des lobes optiques, les sépare du cervelet qui ne se continue avec leur voûte que par un feuillet très-mince. Le cervelet, d'une forme triangulaire à angles arrondis, à peu près comme dans la morue, et contenant une cavité entre les deux replis de la lame qui le forme, recouvre le quatrième ventricule qu'il dépasse en arrière de la seconde moitié de sa longueur. Ce cervelet est presqu'aussi gros que les lobes optiques ensemble : sa lame inférieure, contigue au quatrième ventricule, se replie en arrière de manière à dessiner une sorte de frange qui rappelle la commissure de ce ventricule dans les batraciens et les serpents.

Le lobe même de ce ventricule est demi-elliptique, plus étendu en travers que d'arrière en avant. Ses rebords, contigus à la face inférieure du cervelet, se continuent avec la frange transversale de cet organe, sous laquelle passe le canal général.

Immédiatement derrière le quatrième ventricule la moelle se rétrécit au point de n'avoir pas plus de calibre que le lobe olfactif, et à une distance à peu près égale au travers de ce lobe, elle se dilate en un renflement fusiforme, presqu'aussi long que l'encéphale même, et dont le plus grand diamètre, égale presque celui d'un lobe cérébral. La plus grande amplitude de ce renflement répond à l'arc mobile de l'atlas.

Dans les lézards ordinaires, le système cérébro-spinal ne diffère, quant à la forme, de celui des serpents, que par la plus grande proportion du cerveau et du cervelet. D'ailleurs, à peine aperçoit-on une légère augmentation de calibre à la moelle épinière, dans l'intervalle des membres; je ne puis rien affirmer sur cette uniformité de calibre de toute la longueur de la moelle, chez les crocodiles. Mais je l'ai constaté sur les lézards vert et gris, les anolis, les iguanes, le caméléon, etc.

L'encéphale du caméléon ordinaire, diffère de celui des autres sauriens, par l'absence complète de lobes olfactifs, la forme tout à fait ovoïde de ses lobes cérébraux plus que doubles des lobes optiques qui sont sphériques, et par la plus grande proportion du cervelet. Les nerfs olfactifs rudimentaires dans la même proportion que chez les tétrodons, aboutissent directement à la moelle comme dans ces poissons.

4°. Dans les cheloniens, la tortue d'Europe par exemple (*pl.* III, *fig.* 6), le système cérébro-spinal ressemble à celui des poissons quant à la composition de la moelle épinière par la seule substance blanche. La coupe du canal central s'y présente sous la figure d'une circonférence, où les sommets des arcs par lesquels passe le diamètre vertical seraient rentrés dans le cercle jusqu'au contact. Il en résulte l'apparence d'un double canal de chaque côté de la ligne médiane. C'est probablement à une disposi-

tion semblable du fond du repli supérieur de la pie-mère qu'il faut attribuer l'existence d'un double canal, observé quelquefois dans la moelle épinière de l'homme, et dont Gall (Anat. et phys. du syst. nerveux), a rapporté deux exemples. Mais vers le quatrième ventricule les deux arcs inférieur et supérieur de ce canal reprennent leur excentricité, et l'apparence d'un double canal s'évanouit.

On a vu dans le surmulet, chez les poissons osseux et surtout chez l'esturgeon, un plafond d'une substance plutôt vasculaire que nerveuse, se prolonger sous le cervelet sans se continuer avec lui, et fermer en dessus le quatrième ventricule.

Ce plafond du quatrième ventricule est au maximum d'existence chez les tortues.

Ce plafond (*pl.* X, *fig.* 3, vu en dessus, *fig.* 4 de profil, et *fig.* 5 en section), n'a aucune continuité de substance, ni avec le cervelet ni avec la moelle épinière. Il résulte uniquement de l'interposition d'une matière particulière rougeâtre et pulpeuse dans l'écartement des mailles de la pie-mère. Son épaisseur disparaît insensiblement vers la pointe du quatrième ventricule, où ce n'est plus qu'une simple toile transparente continue à la pie-mère. Latéralement son épaisseur se maintient, et est coupée brusquement par un bord arrondi juxta-posé à celui du cordon supérieur de la moelle, cordon qu détermine le quatrième ventri-

cule. En avant où il est plus épais, ce plafond est coupé par une échancrure qui répond à la pointe du cervelet. Les vaisseaux de la pie-mère, entrelacés à la substance de ce plafond, lui donnent une grande résistance, et l'on peut tirer assez fortement sans qu'il se déchire, ni qu'il se sépare du segment de la pie-mère circonscrit au quatrième ventricule. La face inférieure de ce plafond est feuilletée à droite et à gauche de la ligne médiane, par de petites lames transversales, comme au plafond du quatrième ventricule des lamproies. Sa face supérieure présente aussi des sillons et des reliefs transverses (Voy. *pl.* XI, *fig.* 4 et 5). Les cordons inférieurs de la moelle sont bien prononcés au fond du quatrième ventricule. Les cordons supérieurs à bords bien lisses et arrondis autour de cette cavité, n'ont aucune continuité avec son plafond. Ces cordons supérieurs et inférieurs, se font remarquer par leur éclatante blancheur.

Dans la tortue d'Europe et dans le couï (*testudo radiata*), le cervelet ne forme qu'une simple voûte étendue en travers d'un cordon supérieur à l'autre, et sans développement d'une cavité entre deux parois adossées comme dans les poissons, soit cartilagineux, soit osseux; cavité qui existe au contraire dans la tortue de mer (*testudo mydas*). Il est de substance grise extérieurement : d'ailleurs il se continue en avant avec la voûte des lobes optiques. La lame qui, par

ses évolutions, forme toutes ces parties, est d'une épaisseur uniforme, dans les deux premières espèces. Mais dans la dernière, le cervelet formé comme celui des poissons osseux, a son feuillet supérieur trois fois plus épais que l'inférieur, et ce feuillet s'amincit beaucoup au fond du pli très-profond, par lequel il se continue avec les lobes optiques. La cavité de ces lobes est simple et sans appareil intérieur. Leurs parois sont d'un seul feuillet de substance blanche et ont la même épaisseur proportionnelle que dans les raies.

La glande pinéale plus volumineuse et de la même forme qu'un des lobes optiques dans la tortue couï, est très-allongé et elliptique dans la tortue d'Europe (*pl.* XI, *fig.* 3 et 4), plus allongée et plus mince encore dans le caret (*testudo mydas*). Elle repose sur le devant des lobes optiques et sur la commissure postérieure du cerveau. Cette commissure passe de la surface supérieure d'une couche optique à l'autre. Entre les deux couches optiques et au-dessous se développe le troisième ventricule, communiquant en arrière avec le quatrième par l'aqueduc de Sylvius, où s'ouvrent ainsi que dans les oiseaux les cavités des lobes optiques. En avant, le troisième ventricule est fermé supérieurement par la commissure antérieure, en bas par l'adossement des nerfs optiques aux lobes cérébraux, comme chez les oiseaux; en bas et au milieu, il communique avec

la cavité de la glande pituitaire; latéralement et en haut sur le bord de la couche optique et au-dessus des pédoncules de la glande pinéale adhérants à cette couche, il communique avec le ventricule latéral par une fente qui donne passage à un plexus choroïde très-developpé et formé de trois arborescences terminées par des houppes vasculaires, qui rappellent la disposition d'une grappe de raisin, (*pl.* XI, *fig.* 3 et 6).

La glande pinéale recouvre deux couches optiques, plus petites chacune qu'un lobe optique. Chacune d'elles envoie un très-petit faisceau s'unir à la commissure antérieure, au moment où elle pénètre dans les corps striés. La commissure propre des couches optiques n'est nullement apparente dans la tortue couï : elle est bien visible dans le caret. Il n'y a donc aucun rapport de proportion de la glande pinéale, ni avec les couches optiques, ni avec leur commissure, puisque c'est justement là où cette dernière partie manque, que la glande pinéale a son maximum d'existence. C'est dans les couches optiques que se continuent le plus grand nombre des fibres des nerfs optiques, dont le plus petit nombre seulement parvient aux lobes de ce nom.

Les lobes cérébraux ont une voûte plus étendue à proportion que dans les oiseaux, et repliée en bas jusqu'au fond de la scissure des lobes. En avant la voûte du lobe, toujours plus ou moins allongé

selon les espèces, est étranglée par un sillon circulaire, qui forme la limite où la matière cérébrale devient plus grise. Ce sillon marque le lobe olfactif dont la cavité communique avec celle du lobe cérébral. Le lobe olfactif est plus développé dans le couï que dans les deux autre espèces.

La commissure antérieure des lobes cérébraux qui ici représentent plus de la moitié de la masse de l'encéphale, le corps strié, les voûtes et les parois du ventricule latéral, enfin ce nouveau lobe de la glande pinéale, sont autant de parties qui n'existent chez aucuns poissons. On se souvient que dans leur classe la seule couche optique représente tout le cerveau.

C'est donc réellement l'extrémité antérieure de l'hémisphère cérébral, encore creuse en cet endroit, qui donne naissance ou insertion au nerf olfactif. Ce nerf n'a donc évidemment ici aucune connexion avec la moelle.

Tous les lobes de l'encéphale adhèrent entre eux par une pie-mère très-riche, qui s'interpose dans leurs moindres intervalles.

La particularité anatomique la plus importante pour la physiologie dans ces reptiles, c'est la figure de la moelle épinière (*pl.* III, *fig.* 4). Deux renflements fusiformes, de longueur et de diamètre sensiblement égaux, correspondant aux nerfs qui vont aux membres, séparent trois autres tronçons dont l'intermédiaire, répondant aux trois paires de

nerfs du milieu du dos, n'a pas le quart du diamètre des renflements, et par conséquent le seizième de leur calibre. En cet endroit la moelle épinière ne consiste presque plus qu'en ses enveloppes : le tronçon cervical n'a guère en calibre que le tiers des tronçons correspondant aux membres. La dernière moitié du tronçon caudal n'a plus guère aussi que les enveloppes.

Les deux faces inférieure et supérieure de la moelle n'offrent pas le moindre lobe ou renflement, jusqu'à la couverture du quatrième ventricule en dessus, et en dessous jusqu'aux renflements inférieurs des couches optiques. Il n'y a pas, plus que dans les poissons, de pyramides, d'éminences olivaires ni de protubérance. Tous les nerfs s'insèrent donc sur les fibres longitudinales de la moelle qui sont partout immédiatement à découvert. Néanmoins les cordons inférieurs de la moelle, acquièrent au plancher du quatrième ventricule, un excés de volume fort remarquable; mais toutes les fibres en sont longitudinales. Il n'y existe non plus aucun amas particulier de matière grise, comme nous en verrons aux mammifères.

CHAPITRE III.

DU SYSTÈME CÉRÉBRO-SPINAL DES OISEAUX.

En zoologie, l'on avait déjà été frappé de la compacité, de l'homogénéité, pour ainsi dire, de la classe des oiseaux et du large intervalle d'organisation qui les sépare des trois autres classes de vertébrés. C'est en effet des seules proportions du bec, des membres, des doigts et des ongles, que sont tirés les motifs de la division des oiseaux en ordres, en familles et en genres. Cette unité de plan si parfaite dans la charpente osseuse des oiseaux, est bien plus frappante encore dans leur système cérébro-spinal. Non-seulement ce système n'offre pas, d'un genre ou d'un ordre à l'autre, comme chez les poissons et les reptiles, ni de certaines parties de plus, ni de certaines parties de moins, mais ses différents lobes conservent partout invariablement leur situation et leur figure. Il n'y a ici que la proportion de volume qui varie. Et cette variation reste dans des limites constamment plus étroites que chez aucuns des animaux des diverses autres classes; à tel point que plusieurs genres fort distants dans la classification zoologique pourraient être comparés, sous ce rapport des proportions du système cérébro-spinal, sans qu'il fut toujours

possible d'y trouver quelque différence un peu appréciable.

Le système cérébro-spinal ne diffère essentiellement de celui des tortues quant à la forme, que par l'absence de plafond au quatrième ventricule, par la figure de son cervelet comprimé en carène demi-circulaire, par la dépression des lobes optiques sous cet organe et sous la partie postérieure des lobes cérébraux, par l'isolement dans un grand nombre de genres, des lobes olfactifs d'avec les lobes cérébraux; enfin par le ventricule résultant, chez tous les ordres depuis les falco ou oiseaux de proie diurnes jusqu'aux plongeons, aux grèbes et aux canards, de l'écartement des deux cordons supérieurs de la moelle dans l'intervalle correspondant aux nerfs des membres postérieurs. Quoi qu'en ait dit M. Serres, il n'existe pas de ventricule à l'intervalle des ailes, et toujours, même chez les plus grands voiliers le renflement y est moindre qu'aux membres postérieurs.

Une importante différence de composition que présente le système cérébro-spinal des oiseaux avec celui des deux classes précédentes, c'est l'existence de la matière grise concentriquement à la matière blanche dans toute la longueur de la moelle épinière, et le recouvrement des lobes optiques par le cerveau en avant et par le cervelet en arrière.

D'après la loi de formation du système cérébro-spinal par la pie-mère, on juge d'avance que ni l'exis-

tence de cette matière grise à l'intérieur de la moelle, ni ce recouvrement des lobes optiques par le cerveau et le cervelet, ne sont primitifs.

En effet, ce n'est qu'après la sortie de l'œuf que la matière grise commence à se déposer dans la moelle épinière dont jusque-là les parois très-minces étaient creusées d'un large canal; et, durant la première moitié de l'incubation, la voûte des lobes optiques, culminait à la face supérieure du système entre le cerveau et le cervelet comme on l'observe en permanence dans les poissons et les reptiles. Mais dans la seconde moitié de l'incubation, par leur accroissement simultané, le cerveau et le cervelet se dirigent l'un vers l'autre, la pointe de celui-ci entre les deux lobes de celui-là. En même temps la voûte des lobes optiques qui a cessé de croître en épaisseur, s'affaisse, s'aplanit, et leur base se renfle inférieurement par la superposition des couches qui se forment dans ce sens. Mais une prétendue transformation de ces deux lobes en quatre autres, vers la fin de la première moitié de l'incubation, par un sillon que trace sur leur voûte le retrait des fibres nerveuses et de la pie-mère, si on les plonge dans l'alcohol, n'arrive jamais naturellement. Et l'on n'aurait que des motifs bien illusoires pour reconnaître la nature des parties de cerveau, si on les déterminait par l'influence qu'exerce sur leur forme un réactif chimique. La seule raison déterminante de

la nature de ces lobes, c'est leur continuité avec les nerfs optiques. Ce développement inférieur des lobes optiques, par leur base et leur aplatissement par en haut, tient à ce que, au moment de l'accroissement du cerveau et du cervelevet, leur voûte n'est formée que par une simple membrane dont la structure reste apparente toute la vie.

Ainsi que chez les tortues (Voy. *pl.* III, *fig.* 6 et 9), la moelle épinière a deux renflements fusiformes répondant chacun à l'intervalle de chaque paires de membres.

Produits d'avant en arrière, d'après les observations microscopiques de M. Rolando (1), les cordons inférieurs seraient déjà formés sur toute leur longueur à la quatorzième heure de l'incubation; à la seizième, les cordons supérieurs ne répondraient, par leurs extrémités postérieures divergentes, qu'à l'intervalle des ailes; et à la vingt-troisième, à l'angle antérieur du ventricule inter-fémoral. Ce n'est qu'après cette époque que les cordons supérieurs se rejoindraient derrière ce ventricule, pour completter en dessus le prolongement caudal de la moelle : mouvement toujours terminé long-temps avant la naissance.

(1) Voy. *Ricerche anatomiche sulla struttura del midollo spinale*, etc., *con figure*. In-8° *torino*, 1824; *e Dizionario periodico di medicina.*

Pendant le reste de l'incubation ce renflement est largement ouvert et le liquide, dont se séparent comme par précipitation les couches concentriques qui oblitèrent progressivement le canal de la moelle, en distend fortement la pie-mère. Dix à douze jours après l'éclosement, il se forme dans le liquide toujours subsistant en cet endroit, une matière nacrée qui se dispose en une masse ovoïde et reste toute la vie flottante dans la sérosité qui remplit ce ventricule. Ce n'est que dans les derniers jours de l'incubation et dans les premiers qui suivent l'éclosement, que se prononce le renflement inter-scapulaire. La proportion de matière grise y est toujours beaucoup moindre qu'au renflement inter-fémoral. Jamais il ne s'y développe de cavité intérieure, et à plus forte raison de cavité ouverte extérieurement comme M. Serres l'a prétendu. Le canal y est oblitéré par la matière grise, aussi-bien que dans les tronçons qui lui sont supérieur et inférieur. Toujours aussi, quoi qu'en ait dit cet anatomiste, même chez les plus vigoureux oiseaux de proie, les faucons, les milans, les éperviers, ainsi que chez les hérons, etc., le calibre de ce renflement es inférieur d'au moins un quart à celui du renflement inter-fémoral.

Enfin, si les observations de M. Rolando sont exactes, on voit combien est inapplicable, aux oiseaux, ce mécanisme de formation ascendante de la moel-

le, dont M. Serres a fait aussi une autre loi générale.

Dans tous les oiseaux, depuis les aigles jusqu'aux palmipèdes, la moelle épinière derrière le ventricule inter-fémoral décroît lentement de volume et se continue en forme de cône jusqu'à la dernière vertèbre coccygienne, aplatie en forme de disque pour porter et mouvoir les pennes de la queue. Les oiseaux sont donc de tous les vertébrés ceux où la moelle épinière est à proportion plus volumineuse et plus longue, puisqu'elle occupe toute la longueur de la colonne vertébrale. Or, les oiseaux sont de tous les vertébrés ceux qui ont la queue la plus courte. La réduction de cette partie de leur colonne vertébrale, ne dépend donc pas de l'ascension de la moelle, et cette ascension de la moelle dans le canal, n'a donc aucun rapport avec la réduction de la queue, malgré la prétendue loi qu'on a faite encore à ce sujet. Car la moelle épinière des oiseaux est, eu égard à la longueur du tronc, plus étendue que dans ceux des mammifères, où elle l'est davantage.

Le quatrième ventricule est bordé intérieurement à partir de son angle postérieur par deux petits faisceaux de fibres plus blanches que celles des cordons supérieurs de la moelle, et qui semblent naître du point où ceux-ci divergent, pour former cette cavité. Les fibres de ces faisceaux, additionnels à ce que nous avons vu jusqu'ici, se continuent dans les pédoncules extérieurs et posté-

rieurs du cervelet. Le cervelet appuye inférieurement sur l'encadrement de ces deux faisceaux, qu'on a appelé *pyramides supérieures;* de sorte que le quatrième ventricule est tout-à-fait fermé.

Quand, sur l'axe du système, on a fendu verticalement le cervelet, prolongé antérieurement la coupe dans le même plan par la valvule de Vieussens et la voûte des lobes optiques, fait d'un côté une coupe verticale en travers d'un des lobes optiques, une coupe horizontale au milieu de la hauteur d'un lobe cérébral, et replié en dehors le feuillet qui forme la voûte de l'autre lobe cérébral; toute la structure de l'encéphale devient alors manifeste. (Voyez cette préparation, *fig.* 9).

Et d'abord on voit les pyramides supérieures se continuer avec l'arc postérieur du cervelet. Mais la plus grande partie de la lame plissée de cet organe au centre duquel une cavité verticale d'environ le tiers de sa hauteur, subsiste toujours, provient des pédoncules postérieurs formés, et des pyramides supérieures, et des fibres immédiates des cordons dorsaux de la moelle. Ces pédoncules font en dedans du quatrième ventricule, une saillie qui est séparée par une fente d'environ une demie ligne de profondeur (sur la buse et sur le petit duc), d'une paire de mamelons blancs que forme un renflement particulier des cordons inférieurs de la moelle. Ces mamelons sont séparés l'un de l'autre sur la ligne médiane, par

le prolongement du sillon qui marque dans le quatrième ventricule, comme dans le ventricule interfémoral, la séparation primitive des deux cordons inférieurs de la moelle sur toute leur longueur. Ce sillon est beaucoup plus profond sur le plancher de ces ventricules, qu'à la face opposée de la moelle, c'est-à-dire à la face inférieure, où rien n'indique non plus l'existence de la paire de mamelons supérieurs. Entre ces mamelons et l'angle du sommet du quatrième ventricule, est une couche de matière grise, marquant le commencement de celle qui a rempli le canal formé primitivement par l'écartement des quatre cordons blancs.

Au-dessus et en avant de ces mamelons, le cervelet se continue avec la voûte des lobes optiques, latéralement par deux faisceaux de fibres blanches, ce sont ses pédoncules antérieurs, et dans l'intervalle de ces deux pédoncules, par une membrane de matière grise, c'est la valvule de Vieussens. (Voy. *pl.* III, *fig.* 9) Cette valvule est tendue sur un plan inférieur au plafond des lobes optiques. Elle se réfléchit donc en haut. Le pli de cette réflexion est marqué par une petite bande blanche, au-dessus de laquelle est une bande grise qui, en se réfléchissant elle-même, continue avec le plafond horizontal des lobes optiques. Ce plafond est lui-même formé de deux autres bandes transversales de fibres blanches séparées par un sillon. L'on voit sur la *fig.* 9, *pl.* III, que ce plafond, plus mince sur la ligne médiane,

augmente d'épaisseur à mesure qu'il approche du contour extérieur de la voûte du lobe optique.

En avant, ce plafond se joint à une petite bande grisâtre fort étroite, que suit une dernière bande, ou plutôt un filet de fibres blanches, lequel adhère inférieurement à la convexité des couches optiques, dont il forme ainsi la commissure. Ce filet, ou commissure transversale, termine donc en avant la membrane générale formée de bandes transverses, alternativement grises et blanches, tendue depuis le cervelet jusqu'au-dessus du point où s'ouvre en avant le canal général du système cérébro-spinal entre les couches optiques.

Les lobes optiques sont creusés d'une cavité résultant surtout de l'excavation de leur base. Ces deux cavités ne communiquent avec le canal général que par une fente, entre le plafond de ces lobes et la surface correspondante des cordons inférieurs de la moelle, très-renflés en cet endroit et prolongés en avant à travers les couches optiques. L'interposition des cordons inférieurs de la moelle, et, même antérieurement, des couches optiques aux lobes optiques, nécessite l'écartement de la base de ces deux lobes, à la face inférieure du système. (*pl.* III, *fig.* 8).

Au devant de leur commissure les couches optiques sont séparées l'une de l'autre par une profonde scissure médiane, qui se prolonge inférieurement dans un tube membraneux de matière grise,

continu avec le bord inférieur de la face interne de ces couches. Ce tube aboutit inférieurement à la glande pituitaire. Par son extrémité supérieure, il répond en avant à l'arc postérieur de l'entrecroisement des nerfs optiques, et en arrière à l'écartement des cordons inférieurs de la moelle, dont les fibres pénètrent dans les couches optiques ou se prolongent en dessous vers les corps striés. C'est sur la limite de cette juxta-position du tube membraneux aux cordons inférieurs de la moelle, que ceux-ci reçoivent l'insertion de la troisième paire de nerfs (*fig.* 8).

La scissure des couches optiques se continue en avant et en haut avec celle des lobes cérébraux.

Ceux-ci se réunissent à l'encéphale en arrière par deux gros pédoncules de fibres blanches qui se continuent avec les cordons inférieurs de la moelle, en dessous et en dehors des couches optiques, peu développées en proportion de ces lobes. Ces fibres se dispersent en divergeant dans un énorme amas de matière grise, appelé *corps strié* à cause de l'apparence qu'en présentent les coupes, par les lignes alternativement blanches et grises des deux substances qui le composent (*fig.* 9).

Du contour extérieur de cette masse à peu près ovoïde et dirigée d'arrière en avant et de dehors en dedans, naît une lame ou feuillet de fibres d'abord mélangées de matière grise et de matière blanches, mais où la matière grise diminue à mesure

que le feuillet, replié en voûte au-dessus du corps strié, s'avance vers la ligne médiane (*pl.* III, *fig.* 7 et 9). Dans ce trajet, il diminue progressivement d'épaisseur. Cette diminution d'épaisseur, et la prédominence des fibres blanches dans sa composition, devient surtout rapide le long de la ligne courbe, sur laquelle il se réfléchit en bas dans la scissure médiane qui sépare les deux hémisphères. A partir de cette ligne, les fibres se rapprochent et convergent vers le sommet d'un angle inférieur, par lequel le feuillet qui a formé la voûte des lobes cérébraux vient rentrer dans leur base, au devant du tiers postérieur, à peu près de leur longueur, et au fond de la scissure qui les sépare (*fig.* 9).

Derrière le bord postérieur du faisceau lamelleux de fibres blanches qui termine ainsi la voûte de l'hémisphère cérébral, s'étend en travers, d'un hémisphère à l'autre, un petit faisceau cylindrique, de fibres aussi très-blanches. Parvenu dans le ventricule du lobe cérébral, ce faisceau reste superficiel sur la surface du corps strié, jusqu'à ce qu'il reçoive l'adjonction par épanouissement d'un bien plus petit faisceau blanc, qui vient de la commissure des couches optiques, réfléchie en avant et prolongée au-dessus du pédoncule cérébral. Ce faisceau cylindrique, tendu entre les deux hémisphères du cerveau et épanoui dans le corps strié, s'appelle *commissure antérieure* (*fig.* 9).

Le feuillet de matière nerveuse, qui forme la voûte de l'hémisphère, est partout continu au

corps strié, excepté en arrière, dans l'espace correspondant au bord supérieur du pédoncule cérébral. Là, il reste écarté de la surface du pédoncule, et c'est par la fente de cet écartement que pénètre la pie-mère formant le plexus choroïde (*fig.* 9).

Dans aucun des genres d'oiseaux de proie, nocturnes ou diurnes, que j'ai pu examiner, savoir: dans les aigles, les pygargues, les vautours, les milans, les buses, les éperviers, les balbusards, l'émerillon, les ducs, et les effraies; dans aucun gallinacé, dans les corneilles, les canards, les oies, les grèbes, etc., je n'ai pu découvrir le moindre rudiment de glande pinéale. Contraste bien singulier avec les tortues, reptiles qu'un naturaliste a nommés ornithoïdes, et où la glande pinéale constitue un vrai lobe encéphalique, aussi volumineux qu'un lobe optique, dans quelques espèces. On se souvient que je n'ai pas non plus trouvé la moindre trace de cet organe chez aucun autre reptile, ni chez aucun des trente genres de poissons que j'ai étudiés.

Dans tous les oiseaux de proie, mais surtout dans les oiseaux nocturnes et diurnes, au devant de l'entrecroisement des nerfs optiques au milieu; et latéralement entre les deux proéminences que forment inférieurement les couches optiques, est encadrée par son bord postérieur une valvule grisâtre demi-transparente. Elle se prolonge en avant, sous les hémisphères, en deux rubans de

même structure, parallèles, et peu distants de la grande scissure du cerveau, jusqu'en arrière du quart antérieur de la longueur de cette scissure. Là ces deux rubans se terminent par un renflement gris, contigu seulement à la base de l'hémisphère. C'est le *lobe olfactif*. Dans les canards, c'est jusqu'au-delà de la pointe des hémisphères que ces rubans se prolongent, de sorte que les lobes olfactifs forment une première paire de lobes séparés du cerveau par une distance au moins égale à leur longueur. Ces détails avaient été représentés exactement en 1788 par Ebell; *pl.* I, *fig.* 12 et 13, et *pl.* II, *fig* 1 (*in Script. nevrol. min.* T. III, in-4°).

La connexion du lobe olfactif avec les cordons inférieurs de la moelle, se trouve donc établie dans les oiseaux de proie, les canards, etc., comme elle l'est dans les poissons. Car d'abord les couches optiques, à la base desquelles se terminent les rubans ou pédoncules des lobes olfactifs, représentent la masse entière du lobe cérébral des poissons; et de plus, la face inférieure de cette base résulte de l'application des fibres des cordons inférieurs de la moelle, prolongées pour contribuer à former les pédoncules du lobe cérébral, ou, pour mieux dire, du corps strié. Dans les colombes, les vrais gallinacés, les passereaux, etc., le lobe olfactif n'est au contraire que l'extrémité effilée du lobe cérébral même, comme dans les reptiles; structure que nous retrouverons aussi chez quelques mammifères, en-

tre autres, dans les ouistitis, et autres sapajous ou singes américains (*pl.* III *fig.* 7 et 8).

C'est d'après le petit duc qu'a principalement été faite cette description de l'encéphale des oiseaux.

CHAPITRE IV.

DU SYSTÈME CÉRÉBRO-SPINAL DES MAMMIFÈRES.

Dans cette classe à laquelle l'homme appartient, et dont le caractère extérieur le plus général, est comme son nom l'exprime, l'existence des mamelles, organes relatifs à un mode de génération étranger aux autres classes, les formes du corps et de la tête, mais surtout celles des membres et de leurs extrémités digitales; le nombre même de ces membres, de leurs doigts et des phalanges dont ces doigts résultent, sont presque aussi variables que la proportion et le nombre des nageoires et de leurs rayons, dans l'ordre des poissons osseux. Quatre causes principales déterminent ces variations. Ce sont, 1° et 2°, l'habitation ou pour mieux dire la mobilité exclusive dans l'air ou dans l'eau, et 3° et 4°, l'habitation ou la mobilité principale dans l'un de ces deux milieux, coïncidante avec une mobilité moins facile dans l'autre.

1°. Les moindres notions de mécanique sur

les lois de l'équilibre et du mouvement dans des milieux de densité aussi différente que l'air et l'eau, font voir aussitôt, que pour qu'un mammifère se meuve avec le plus d'énergie et avec le moins d'effort dans l'eau, il faut que le centre de gravité pèse au milieu de la longueur, que le principal moteur soit en arrière, et que les flancs de la ligne de projection ne soient débordés par aucun prolongement qui use l'impulsion, en produisant des obstacles perpendiculaires à la direction du mouvement. Il en résulte que la queue doit prendre plus de longueur, et surtout plus de masse; que les membres postérieurs doivent disparaître, parce qu'ils seraient trop distants du centre de gravité, et que les antérieurs très-raccourcis, et collatéraux à ce centre, doivent pouvoir s'effacer en se confondant pour ainsi dire avec la surface du corps. Et telle est en effet la construction des cétacés qui mécaniquement parlant sont de véritables poissons.

2°. Réciproquement, dans l'atmosphère, l'effet de la gravité dont le centre doit passer encore par le milieu de la longueur du volatile, exigeait pour être neutralisé 1° que les points d'appui fussent extrêmement multipliés, relativement au volume de l'animal, 2° que la surface appliquée à tous ces points, fût à la fois très-étendue et appartînt à des membranes minces, double condition nécessaire et pour que la surface fût plus grande relativement

à la masse, et pour que les leviers qui font mouvoir les ailes membraneuses, ne consumassent point par leur poids les effets de la puissance motrice. L'extrême différence entre la gravité de l'animal volant et la densité de l'atmosphère, exigeait qu'ici pour condition d'équilibre, les forces motrices fussent collatérales au centre de gravité sur le milieu de la longueur. Le corps devait donc se trouver en équilibre, comme dans un levier où le point d'appui est au milieu. Les inégalités de longueur des deux moitiés antérieure et postérieure des mammifères volants doivent donc être compensés par les inégalités de masse. La queue doit donc être ici, ou nulle ou d'une ténuité extrême. Et telles sont les chauve-souris qui mécaniquement parlant sont de véritables oiseaux. (*Voy.* pour le développement de ces deux plans réciproques de mécanique animale, mes articles CÉTACÉS et CHAUVE-SOURIS, *Dict. class. d'hist. nat.*, t. 3.)

3°. Pour la mobilité principale sur terre, l'équilibre nécessitait des supports, c'est-à-dire des membres dont les distances, les masses et les longueurs fussent en raison directe de la vitesse de la locomotion. Toujours l'impulsion, comme pour la mobilité dans l'eau, doit commencer par l'extrémité postérieure du levier général que représente le corps. Quand les membres antérieurs sont employés à la progression ils servent uniquement de supports, au lieu d'être agents d'impulsion comme

dans l'air. Enfin, dans la station et la progression bipède chez l'homme et quelques singes, les membres postérieurs à peu près perpendiculaires au plan horizontal du bassin par où passe la ligne et le centre de gravité du corps tenu vertical, servent, chacun à la fois, mais alternativement de support et d'agent d'impulsion. Dans les gerboises, les helamys et les kanguroos, le mécanisme est le même, mais la queue devient un troisième levier, ou au moins un troisième support. La principale différence dans l'action de ce mécanisme est, qu'ici les trois leviers agissent à la fois et que pendant le mouvement le corps, tout-à-fait enlevé de terre comme un projectile, n'a plus d'appui.

4°. Dans la mobilité principale au sein des eaux, avec faculté de se traîner encore à sec sur les rivages et les rochers, la construction des cétacés doit être combinée avec celle des quadrupèdes. Les quatre membres sont donc raccourcis, leurs mains et leurs pieds élargis par des palmures, et les membres postérieurs doivent pouvoir être ramenés par la flexion dans le prolongement de l'axe du corps quand l'animal est dans l'eau, et se fléchir, par rapport à cet axe, quand il est à terre. Tels sont les phocacés ou amphibies.

Or, malgré toutes ces métamorphoses de la surface et pour ainsi dire du galbe des mammifères, le plan du système cérébro-spinal de cette classe, n'en reste pas moins aussi uniforme que celui

d'un même ordre de poissons ou de reptiles, et presque autant que celui de la classe des oiseaux.

Et d'abord la *moelle épinière* n'offre dans cette classe aucun écartement de ses cordons supérieurs en arrière du quatrième ventricule. Elle n'y présente non plus ni renflements, ni lobes, soit pairs, soit impairs, qui correspondent uniquement à une seule paire de nerfs. Il n'y a que deux longs renflements, d'un accroissement de calibre presque insensible, aux espaces où s'insèrent les nerfs des membres antérieurs et ceux des membres postérieurs. Le plus prononcé de ces renflements dans l'homme est celui qui correspond aux nerfs brachiaux (Voy. *pl.* IV, *fig.* 7). Cet excès de calibre est en rapport avec celui des nerfs du toucher. Mais dans les quadrumanes, surtout dons les sapajous à queué prenante, le renflement antérieur, tout en conservant à peu près la même proportion que chez l'homme, est moindre que le postérieur. Car la proportion des nerfs du toucher, d'où dépend celle de ces renflements, n'est pas moindre aux mains de derrière qu'à celles de devant, et de plus, le renflement postérieur est aussi l'aboutissant des nerfs excitateurs des plus forts muscles de la locomotion. Dans tous les mammifères vraiment quadrupèdes, les doigts n'étant pas organes de toucher, la proportion des deux renflements de la moelle ne dépend que de la proportion des deux paires de membres. Quand les membres antérieurs sont plus robustes,

par exemple, chez les carnassiers fouisseurs, tels que la taupe, etc., le renflement antérieur est le plus gros : c'est le contraire dans les quadrupèdes coureurs, tels que les chiens, les chevaux, les cerfs, etc. Enfin, dans les cétacés il n'y a qu'un seul renflement correspondant aux seuls membres restant, c'est-à-dire aux nageoires qui représentent les membres antérieurs.

Le sinus longitudinal supérieur de la pie-mère est tout-à-fait effacé extérieurement et intérieurement chez les mammifères adultes. On ne commence à distinguer l'un et l'autre que près du quatrième ventricule. Dans l'embryon humain de trois mois, M. Magendie et moi avons trouvé le sinus de la pie-mère encore ouvert, et les parois de la moelle sur toute sa longueur formées seulement de fibres blanches. Puisque dans l'ordre de formation la matière blanche précède la grise, celle-ci n'engendre donc point l'autre, n'en est pas la matrice, comme le pensent MM. Gall et Spurzheim.

A partir du septième ou du huitième mois de la période fœtale pour l'homme, et à des périodes indéterminées pour les autres mammifères, la matière grise se dépose au pourtour du canal central de la pie-mère, jusques-là subsistant. (Voy. *pl.* VIII, *fig.* 3, sur l'homme). Suivant que cette déposition se fait plus tôt et plus rapidement à droite et à gauche contre la ligne médiane, qu'aux extrémités du diamètre transverse du canal, il peut dans les

cas d'hydropisie de la moelle, et selon l'époque à laquelle cette maladie commence, se former un canal de chaque côté de l'axe, au lieu d'un seul sur l'axe même. M. Gall en a vu un exemple. (Anat. et Physiol. in-folio, pag. 51.)

C'est à compter de la hauteur *du lobe du quatrième ventricule* que le système cérébro-spinal des mammifères reçoit les modifications et surtout les additions de parties qui caractérisent cette classe.

Mais c'est surtout dans l'épaisseur du plancher de ce lobe, et d'un renflement très-considérable dans celle correspondant en dessus à l'insertion des pédoncules postérieurs et latéraux du cervelet et à la base des lobes optiques, et commençant en avant du plancher du 4e ventricule, plancher que l'on a appelé moelle allongée, que ces modifications de structure ont principalement lieu. (Voy. ce lobe, *pl.* XIII, *fig.* 1, par la face inférieure; de profil, *fig.* 3; par la face supérieure, *fig.* 5). Ces modifications consistent, comme on va voir dans l'addition de plusieurs organes nerveux tout-à-fait étrangers à ce que nous avons observé jusqu'ici.

De la face inférieure des cordons abdominaux de la moelle, à peu près dans le même plan vertical que le point où les cordons dorsaux divergent pour former l'angle du quatrième ventricule, s'élèvent sur l'homme deux éminences oblongues nommées *pyramides inférieures*, (*pl.* XIII, *fig.* 1,

2 et 3). Elles commencent donc à peu près au bord du grand trou occipital. Après un trajet de quinze à seize lignes, durant lequel elles passent au-dessous et en dedans de deux autres éminences appelées *olivaires*, qui les séparent des deux cordons inférieurs de la moelle formant ainsi un troisième étage, ces pyramides en se rétrécissant un peu, s'engagent sous le bord postérieur d'une sorte de ceinture de fibres transversales, constituant le plan superficiel et inférieur de la *protubérance annulaire*, ou *grande commissure du cervelet.* Une fois engagées dans cette protubérance, les fibres des pyramides sont écartées entre elles par les mailles d'une espèce de réseau de matière grise qu'elles traversent (*fig.* 6 et 7 sur l'homme, et 9 sur le bœuf). Sorties de cet amas de matière grise, leurs fibres se réunissent au bord supérieur de la protubérance, et se continuent dans les pédoncules des lobes du cerveau, dont les pyramides ne forment que la portion inférieure et externe, (*fig.* 1 et 3, sur l'homme; *fig.* 4, sur le veau).

En dépassant les éminences olivaires ces pyramides sont presqu'en contact par leur contour supérieure avec une bande de fibres transversales, constituant dans la protubérance un étage supérieur de la commissure du cervelet. Cette bande qui déborde un peu en arrière l'amas de matière grise superposé à la bande inférieure, et à travers lequel passent les fibres des pyramides inférieu-

res de la moelle, sépare en arrière ces pyramides des cordons qui, dans la partie antérieure de la protubérance, en sont écartés par le contour supérieur de l'amas de matière grise, (*pl.* XIII, *fig.* 6 et 7). Quelquefois dans la première partie de leur trajet derrière les éminences olivaires, les cordons inférieurs de la moelle un peu écartés, laissent en contact la face supérieure des pyramides avec les faisceaux de matière grise qui ont oblitéré le canal central primitif du système (*fig.* 12).

Ces pyramides naissent donc ou plutôt s'appliquent par l'extrémité de leurs fibres à la face inférieure des deux cordons abdominaux de la moelle, un peu écartés l'un de l'autre en cet endroit, de la même manière que nous avons vu chez les oiseaux, les *pyramides supérieures* se former dans l'écartement des cordons dorsaux à l'angle postérieur du quatrième ventricule. Mais de même que les fibres d'une de ces pyramides supérieures ne se croisent pas avec celles de l'autre, qu'elles ne font que se juxta-poser par inter-section comme les lignes qui déterminent les côtés d'un angle, de même, non plus, les fibres des pyramides inférieures ne s'entrecroisent pas. Les fibres homologues se terminent seulement au même point : par conséquent, les fibres d'une pyramide d'un côté ne sont pas le prolongement de quelques fibres du cordon inférieur opposé de la moelle. Gall et Spurzheim, après avoir bien déterminé la position des pyramides, recon-

naissent eux-mêmes que *les petits cordons de ces faisceaux* ne forment pas un véritable entrecroisement, qu'ils passent les uns sur les autres dans une direction oblique. Et en effet leur planche cinquième ne montre pas autrement que les figures 1 et 2 de notre *pl.* XIII, cette structure qui est bien différente d'un entrecroisement réel représenté *pl.* VIII, *fig.* 8, d'après Tiedmann. Aussi Gall et Spurzheim conviennent-ils que dans les quadrupèdes, où les pyramides sont plus petites parce que les parties des hémisphères, où se rendent, chez l'homme, les fibres qui leur manquent, n'existent pas, il n'est plus possible de voir de trace d'entrecroisement. On verra plus loin un véritable entrecroisement de fibres blanches dans la moelle allongée. Mais cet entrecroisement, borné à quelques faisceaux dans chacun des cordons inférieurs de la moelle, ne fait point passer les fibres de l'un de ces cordons dans l'autre, à travers la ligne médiane. De la réduction du nombre de leurs fibres, il suit encore que les deux pyramides plus étroites, restent écartées l'une de l'autre en passant entre les deux étages de la protubérance. Un réseau de matière grise isole en même temps les fibres de leurs faisceaux et sépare ces faisceaux des bandes transversales. Par la même raison encore, les faisceaux pyramidaux au-delà de la protubérance divergent bien plus que dans l'homme, et d'autant plus qu'ils résultent d'un plus petit nombre de fibres. Il en résulte que, de-

puis le bord antérieur de la protubérance, et dans leur trajet en-dehors de la base des couches optiques, ils s'écartent assez dans le bœuf et le mouton, par exemple (Voy. *pl.* XIII, *fig.* 14), pour laisser voir deux cordons qui, passant au-dessus de l'étage supérieur de la protubérance, et dans le prolongement des cordons inférieurs de la moelle dont ils semblent la continuation, vont se terminer dans les couches optiques. C'est à ces cordons que s'insèrent dans les cochons, les ruminants, etc., la troisième paire. Dans l'homme, l'intervalle des deux pédoncules est rempli par un amas de substance cendrée, et comme les faisceaux pyramidaux recouvrent toute la face inférieure de ces pédoncules, on croyait que la troisième paire de nerfs y prenait insertion. Or, chez l'homme même, dans un cas observé par Panizza*, professeur de Pavie, les deux pédoncules du cerveau avaient été tellement écartés par une tumeur scrophuleuse développée dans la masse de substance grise, qu'ils n'étaient même plus contigus aux nerfs de la troisième paire, lesquels sortaient de la tumeur. Or, dans l'homme, les fibres des cordons inférieurs de la moelle sont masqués par cette masse grise.

De cette juxta-position des extrémités postérieures des pyramides à la face inférieure des cordons abdominaux de la moelle, il résulte évidemment que les fibres blanches, comme nous l'avons déjà observé dans d'autres parties du système cé-

rébro-spinal, peuvent s'implanter les unes sur les autres, et n'ont pas besoin de s'enraciner dans la matière grise, comme Gall le supposait nécessaire et à leur formation et à leur entretien.

Enfin, les nerfs de la sixième paire ne s'implantent pas plus que ceux de la troisième, sur les fibres des pyramides, et à plus forte raison dans les fibres transversales de la protubérance, ni dans le prétendu corps trapézoïde des quadrupèdes, corps qui n'est que le deuxième étage de la protubérance découvert en cet endroit par le défaut des fibres postérieures de l'étage inférieur (*pl.* XIII, *fig.* 2 et 13). Les filets d'insertion de ces nerfs longent les fibres pyramidales, et vont s'implanter immédiatement sur les fibres des cordons abdominaux de la moelle. Dans les mammifères comme dans les autres classes les insertions de ces deux paires de nerfs se font donc au même organe.

Les fibres des faisceaux pyramidaux sont donc d'autant plus longues qu'elles appartiennent à des étages inférieurs. Les plus longues sont les plus superficielles; elles forment (comme le montre la superbe planche 5 de l'atlas de Gall) les circonvolutions antérieures et inférieures du lobe moyen. Les fibres des étages successivement supérieurs et d'origine de plus en plus antérieure, s'épanouissent dans les circonvolutions inférieures, antérieures et extérieures des lobes antérieur et moyen.

Ainsi déterminées, les pyramides restent à dé-

couvert seulement jusqu'au bord postérieur de la protubérance annulaire ou pont de varole dans l'homme et les singes (*fig.* 1). Ce faisceau y est parallèle à son congénère, dont il reste séparé par un sillon. Dans les carnassiers, les ruminants et les rongeurs (*pl.* XI, *fig.* 3 et 13), il reste superficiel encore au-dessus de cette limite, parce que dans ces animaux la protubérance a perdu le tiers ou même la moitié de ses fibres postérieures superficielles, en d'autres termes de son étage inférieur. Quoi qu'il en soit de la quantité dont la protubérance le recouvre en dessous, le faisceau pyramidal, grossi dans cette commissure par l'accession d'un nombre de fibres bien supérieur à celui qu'il avait d'abord, a acquis dès le bord antérieur du pont une masse au moins décuple de ce qu'il était avant d'y pénétrer. Cet accroissement résulte de fibres additionnelles qui naissent ou commencent dans les masses ou réseaux de substance grise. Les deux gros faisceaux qui en résultent s'écartent l'un de l'autre en sortant de la protubérance. Et comme il existe toujours de la matière grise dans l'intervalle de leurs fibres divergentes en avant, de nouvelles fibres continuent de s'ajouter aux autres. C'est à leur extrémité supérieure qu'ils reçoivent le plus grand accroissement là où le nerf optique se contourne sur leur face extérieure

Enfin, un peu au devant du milieu de la protu-

bérance, des fibres médullaires se détachent de l'étage inférieur et se dirigent obliquement de chaque côté, vers les pyramides auxquelles elles forment ainsi une véritable commissure, dans l'épaisseur même de la protubérance (*pl.* XII, *fig.* 6 bis).

En dehors de la moitié antérieure des pyramides, et situées entre ces faisceaux et les cordons inférieurs de la moelle, les *éminences* nommées *olivaires* à cause de leur forme, dessinent de chaque côté une autre saillie derrière le pont (voy. *pl.* XIII, *fig.* 1 et *fig.* 3, de profil).

Si l'on coupe en travers ces éminences suivant leur longueur (*fig.* 2) on trouve que leur couche superficielle est formée par une croûte blanche médullaire circonscrite à une autre couche mince d'une substance jaunâtre, et plissée régulièrement à tout le pourtour de la capsule qu'elle représente. La cavité de cette capsule est remplie de substance cendrée. Ces deux éminences ne ressemblent donc pas pour la structure aux couches optiques et aux corps striés avec lesquels Gall et Spurzheim les avaient classés comme organes analogues. On verra plus loin qu'elles ne se rapprochent que des seuls *corps dentelés* du cervelet.

L'espèce de capsule ou de bourse formée par la lame jaunâtre et dentelée est ouverte vers la ligne médiane et un peu en arrière (*pl.* XIII, *fig.* 10).

Ces éminences pas plus que les corps frangés

du cervelet n'ont, dans les ruminants et les cochons, la moindre trace de la capsule jaunâtre et dentelée qui les enveloppe chez l'homme.

Au-dessus de ces éminences passent les cordons abdominaux de la moelle comprimés et rétrécis en cet endroit par ces éminences en bas et par les pédoncules postérieurs ou inférieurs du cervelet en haut (*pl.* XIII, *fig.* 2 et *fig.* 10). En arrière des olives, ils étaient comprimés latéralement par les pyramides en dedans, et les tubercules cendrés en dehors. Derrière la pointe de ces tubercules, dans le sens rétrograde, une partie de leurs fibres s'infléchit vers le sillon inférieur de la moelle derrière les pyramides, et une autre partie vers le sillon latéral derrière les pédoncules du cervelet (*pl.* XIII, *fig.* 2). En avant des olives, et au moment de passer au-dessus de la bande ou de l'étage supérieur de fibres transverses de la protubérance, les cordons inférieurs de la moelle, vu l'écartement des cordons supérieurs en cet endroit, touchent immédiatement le plancher du quatrième ventricule. En traversant la bande transverse supérieure, ils s'entrelacent à ses fibres, comme le font les pyramides pour les fibres de l'étage inférieur, et sont également isolés par un réseau de matière grise.

A la pointe postérieure de chaque olive, quelques faisceaux les plus extérieurs et les plus inférieurs du cordon abdominal correspondant, s'infléchissent l'un vers l'autre, et s'entrecroisent réel-

lement (*fig.* 2). Au-delà de cet entrecroisement, ils contournent l'olive jusqu'à son extrémité antérieure, au devant de laquelle ils se recroisent de nouveau. Ils forment ainsi le contour inférieur de ce que Malacarne a nommé *fovea quadrilatera*. La plupart des fibres de ces cordons, vont se terminer dans les couches optiques. D'autres se continuent avec les fibres postérieures des hémisphères cérébraux. C'est une partie de ces cordons inférieurs, que Gall paraît avoir désigné sous le nom de *faisceaux olivaires*.

Tout le contour inférieur du segment de la moelle allongée répondant à l'espace qu'occupent d'arrière en avant les éminences olivaires, est recouvert par des fibres formant une courbe demi-elliptique. Ces fibres appelées *arciformes*, semblent sortir du bord postérieur de la protubérance à l'endroit où les cordons de la moelle s'y engagent (voy. *pl.* XIII, *fig.* 1, 3 et 4). L'espèce de voile formé par ces filaments, tous juxta-posés sur un seul plan, se contourne en bas et en-dedans, et va s'enfoncer avec celui du côté opposé dans le sillon qui sépare les pyramides après avoir recouvert, comme un fichu de gaze rayé, les cordons inférieurs de la moelle, puis les olives, puis les pyramides que l'on voit à travers.

Enfin, dans le sillon qui sépare les cordons inférieurs des cordons supérieurs de la moelle, existe de chaque côté un *tubercule de substance cendrée*

(*pl.* XIII, *fig* 1, 2 et 3). Ces tubercules ne sont autre chose qu'un renflement extérieur des faisceaux de la matière grise qui a rempli l'intérieur de la moelle et qui, plus en avant, se montre au fond du quatrième ventricule sous forme de feuille lancéolée. Ces tubercules avaient été figurés sur la *pl.* X de l'Atlas in-fol. de Gall, mais il n'en est pas question dans le texte. Le volume de ces tubercules et celui des feuilles cendrées de l'angle postérieur du plancher du quatrième ventricule, sont en proportion de la quantité de matière cendrée qui remplit la moelle. Voilà pourquoi ils ne sont plus guère visibles au-delà des quadrumanes.

Les fibres nerveuses, provenant des pyramides, et les faisceaux qui en sont formés s'écartent successivement du gros faisceau fibreux et vont s'épanouir en circonvolutions après avoir recouvert la base de la *couche optique*. Cette couche n'est elle-même qu'un amas de matière grise, où de nouvelles fibres ont encore leur origine. Son nom vient de la supposition que le nerf optique s'y termine uniquement. Sa face supérieure est convexe, sa face interne verticale est presque droite, et regarde la face semblable de son analogue. La face postérieure, d'une convexité presque sphérique dans l'homme et les singes, d'autant moins convexe que les cerveaux sont moins plissés ou, ce qui est la même chose, moins composés, est bosselée de trois tubercules, dont deux, les plus constants dans la

classe, se nomment *genoux intérieur* et *extérieur* d'après leur position (*Corp. geniculata, int.* et *ext.*). Dans l'homme toute la surface supérieure et postérieure des couches optiques est revêtue de fibres blanches. Le plus grand nombre de ces fibres consistent dans l'expansion du nerf optique, dont les faisceaux les plus extérieurs, en passant par-dessus les deux genous, y implantent quelques-unes de leurs fibres. Les faisceaux les plus intérieurs gagnent le côté externe des deux tubercules quadri-jumeaux correspondant. Dans les felis, les ruminants, etc., un faisceau plus extérieur encore que celui qui passe sur le *genou* externe, s'écarte de ce dernier et se continue en dehors avec les faisceaux venus des pédoncules du cerveau.

Dans la plupart des mammifères, dans les ruminants surtout, l'expansion des fibres du nerf optique, bien moins étalée mais plus épaisse (voy. *pl.* XIII, *fig.* 7), ne recouvre que les deux tiers postérieurs de la convexité supérieure et postérieure de la couche optique. En devant et en dedans, la matière grise y est à découvert.

Il n'y a pas de face externe : dans ce sens, la couche optique se continue avec le corps strié, suivant un plan vertical, oblique de dehors en dedans, et d'arrière en avant.

Le volume de cette couche optique n'est pas en raison directe avec les circonvolutions dont les fibres y aboutissent. On trouve dans la substance

grise de l'intérieur de cette masse, une quantité variable suivant les genres, de fibres nerveuses très-fines, qui à leur sortie au bord supérieur de la masse se réunissent comme celles des pyramides en épanouissements divergents en manière de flammes ou de rayons.

Les fibres des cordons inférieurs de la moelle, après avoir traversé la masse ou réseau de matière grise qui recouvre l'étage supérieur des fibres transverses de la protubérance, vont, comme dans les poissons, se terminer dans la couche optique. Le plus petit nombre des fibres inférieures de ces cordons passe outre et gagne les pédoncules du cerveau.

Les deux divisions de fibres ascendantes (savoir, les faisceaux pyramidaux et la terminaison des cordons inférieurs de la moelle) se séparent par l'insufflation de l'air ou l'injection de l'eau. Gall supposait entre ces deux faisceaux, de chaque côté, un canal qui serait la continuation du canal correspondant dans chaque moitié de la moelle épinière. Nous n'avons jamais pu sur l'adulte observer ces deux canaux de la moelle épinière. Excepté les cas de l'anomalie que nous avons précédemment expliquée, nous pouvons assurer qu'il n'y a qu'un canal unique dans l'embryon, et qu'il n'existe pas de cavité par juxta-position de surfaces entre les faisceaux pyramidaux et les cordons inférieurs qui sont réellement agglutinés, à

la manière de la face concave des circonvolutions. D'ailleurs Gall reconnaît que là où les faisceaux fibreux sortent des couches optiques pour entrer dans les corps striés, leur ensemble est si solidement réuni en cet endroit par un tissu plus compacte, que toute séparation ultérieure de ces deux ordres de fibres est impossible.

Ce *corps strié* est un autre amas de matière grise, dont la moitié supérieure répond à la cavité du cerveau et l'autre moitié à l'extérieur. Les faisceaux fibreux venus des pyramides y reçoivent l'accession de nouvelles fibres qui, dans l'homme, forment les circonvolutions antérieures et supérieures vers la ligne médiane. L'apparence de stries alternativement blanches et grises dans la coupe verticale de ce corps, vient de la disposition étagée des faisceaux de fibres blanches à travers la substance grise.

De tout le pourtour extérieur de la couche optique et du corps strié sortent donc en forme d'éventail des faisceaux de fibres aplatis en une véritable membrane dont le plissement forme les circonvolutions, *pl.* VIII; *fig.* 2 et 6.

Dans l'homme, les singes, la plupart des carnassiers, là enfin où le cerveau est plissé, la face interne de cette membrane nerveuse est partout agglutinée à elle-même jusqu'à son retour aux points mêmes d'où elle est sortie des couches optiques et des corps striés. Il en résulte que les coupes

faites dans tous les sens au milieu de l'épaisseur du lobe cérébral offrent la tranche d'une masse blanche homogène. C'est ce qu'on appelait le centre ovale de *Vieussens*. Là où finit cette agglutination commence le ventricule latéral. Cette limite dessine une ligne courbe, variable suivant les genres. La membrane, devenue libre par ses deux faces, se continue en se retrécissant par la convergence de ses fibres, avec une couche de fibres blanches, transverses et parallèles, qui fait ainsi communiquer les circonvolutions des deux lobes. Cette couche est ce qu'on appelle la *grande commissure du cerveau* ou *corps calleux* (voy. *pl.* X, *fig.* 3). Mais comme toutes les fibres venues de l'hémisphère ne peuvent se presser sur la largeur de la commissure qui n'a jamais qu'une épaisseur très-petite relativement à cette masse, le feuillet que forme cette commissure se replie en arrière sur lui-même, et vient en dessous doubler son étage supérieur ou le corps calleux proprement dit, sur toute sa longueur, mais non sur toute sa largeur : car ce repli va en se rétrécissant en avant, où il se termine en bas à l'extérieur des lobes cérébraux par deux petites éminences nommées *mamillaires*. Ce repli de la grande commissure des hémisphères s'appelle *voute à trois piliers*. Elle sert à faire communiquer les circonvolutions postérieures et inférieures de l'hémisphère. (Voy. *pl.* X, *fig.* 3, sur l'homme; et *pl.* IV, *fig.* 6, sur le hérisson.)

M. Tiedemann a très-bien vu que cette voûte est plus courte et plus étroite chez les rongeurs que chez les ruminants, et chez ceux-ci que chez les carnassiers; qu'elle est plus grande chez les quadrumanes, et plus dans l'homme que dans ces derniers. Le corps calleux, c'est-à-dire le feuillet supérieur de la grande commissure, a un développement semblable. Ces développements sont en général proportionnés à celui des hémisphères que cette grande commissure met en communication.

Dans la hauteur de l'écartement des deux feuillets de la grande commissure et sur la ligne médiane près de l'extrémité antérieure des deux feuillets, sont deux lames médullaires minces et verticales contiguës l'une à l'autre, de manière à former une cavité si on les écarte. C'est là la *cloison transparente* des ventricules. J'ai vu, par maladie, ces deux lames écartées par un épanchement de sérosité qui avait presque décuplé leur grandeur. Les parois de cette cavité bombaient à droite et à gauche dans les ventricules des hémisphères.

Outre la grande commissure il y en a encore deux autres. L'une *antérieure*, représente un cordon blanc de la grosseur d'un tuyau de plume dans l'homme adulte. Étendue d'un corps strié à l'autre elle passe en-dessous du prolongement antérieur de ce corps sans y adhérer, et va s'épanouir dans les circonvolutions, antérieures du lobe moyen et

inférieures du lobe antérieur, chez l'homme, les singes, les dauphins, partout enfin où les lobes olfactifs sont nuls ou rudimentaires.

De cette manière elle dessine un arc à convexité antérieure. C'est derrière cet arc que passent les prolongements du feuillet inférieur de la grande commissure (*piliers antérieurs de la voûte*) pour se terminer aux éminences mamillaires.

Dans les carnassiers, les ruminants, les rongeurs, tous les animaux enfin où il existe un lobe olfactif bien développé, cette commissure dessine un arc à convexité postérieure. La plus grande partie de ses fibres se rend au lobe olfactif, l'autre dans les circonvolutions antérieures et inférieures du cerveau. (Voy. *pl.* IV, *fig.* 6).

La *commissure postérieure* située toujours très-près des lobes optiques, ne se prolonge que dans une très-petite profondeur des couches optiques qu'elle fait communiquer. (Voy. *pl.* VIII, *fig.* 4). On a vu que cette commissure existe dans toutes les classes. Elle est assez constamment développée en raison de la couche optique, voilà pourquoi elle l'est à son maximum dans les mammifères, à son minimum dans les poissons.

Ni le *corps calleux*, ni la *voûte*, ni la *cloison transparente* n'existent donc dans les trois classes d'ovipares.

Dans l'origine, chez l'embryon, aucune de ces commissures n'existe. La commissure postérieure

est la première à paraître dans l'ordre de l'évolution fœtale, comme dans celui de la composition progressive des classes. On doit se rappeler le mécanisme de la formation du système cérébro-spinal, précédemment exposé. C'est par ses parties les plus distantes de l'axe que le tube de la pie-mère commence à déposer les couches médullaires sous forme de lames Celles-ci d'abord réunies par leur bord inférieur en arrière de l'écartement des faisceaux pyramidaux, ne se rapprochent du côté dorsal que dans les dernières phases de la formation. Ce sont les couches exhalées entre les bords voisins des feuillets opposés et repliés l'un vers l'autre, qui forment leurs commissures, dans le cas où les lobes sont paires, et qui les confondent quand le lobe est unique et impair comme pour le cervelet des ovipares. Quelquefois même, (comme on a vu dans la raie ronce, par ex.) la réunion des feuillets opposés n'a lieu que par contiguité d'agglutination et non par continuité de substance, et alors, sans aucune solution de continuité des fibres de ses deux moitiés, le cervelet moyen est séparable en deux moitiés latérales.

En se reportant encore à ce mécanisme de formation , l'on voit que les faisceaux pyramidaux et les cordons inférieurs de la moelle ne produisent réellement ni les couches optiques, ni les corps striés, ni les lames plissées constituant chaque hémisphère. Cette opinion avan-

cée par Gall et soutenue par Tiedemann qui prétend que le cerveau et le cervelet sont une efflorescence de la moelle épinière, disparaît devant un ordre de faits, auquel m'a conduit l'observation suivante.

Du bord externe du plexus choroïde gauche et de la toile choroïdienne, dans le cerveau d'un épileptique de naissance, se propageait un lacis vasculaire, une véritable pie-mère qui pénétrait dans la masse de l'hémisphère tout le long de la ligne de dégagement du corps calleux et de la partie postérieure et externe de la voûte. En soulevant cette pie-mère, la partie ordinairement solide de l'hémisphère (centre ovale de Vieussens), se séparait en deux parois, dans lesquelles de petits vaisseaux, détachés de la pie-mère, pénétraient perpendiculairement comme aux circonvolutions extérieures. Huit ou dix lignes au-delà de cette première fente la pie-mère se divisait en deux lames, pénétrant chacune dans une fente plus profonde. Et au fond de chacune de ces fentes, une nouvelle séparation de la pie-mère, se propageait dans de nouvelles fentes, tout comme le fait la pie-mère des circonvolutions extérieures.

En soulevant successivement toutes ces lames de pie-mère, on déploya de proche en proche toutes les circonvolutions dont la surface blanche montrait le parallélisme des fibres. L'hémisphère fut ainsi déplissé en une surface de douze à treize pouces de

long et de huit à neuf de large. (Voir mon deuxième mémoire sur le syst. nerveux; *Journ. de physique*, fév. 1821.)

Il résulte d'abord de cette propagation de la pie-mère intérieure jusqu'au sommet concave des circonvolutions, que le procédé par lequel M. Gall déplisse la membrane de l'hémisphère en désagglutinant ses surfaces intérieures, n'a pas le vice que lui ont imputé MM. Cuvier et Tiedemann, et de plus, nonobstant les objections de ce dernier anatomiste, la preuve que les circonvolutions du cerveau sont le résultat du plissement des membranes sous la forme desquels les hémisphères se présentent dans l'origine (voy. *pl.* VIII, *fig.* 2 et 6). Et en effet, il y a très-peu de cerveaux humains où l'on ne trouve pas, dans quelqu'une des circonvolutions près du sommet, une petite cavité résultant du défaut d'agglutination des surfaces internes qui ont été moins comprimées en cet endroit. Enfin, de cette existence de la pie-mère aux deux surfaces intérieure et extérieure de ces membranes, dont l'épaisseur se forme par des additions successives de couches à chacune de leurs surfaces, mais surtout à la surface intérieure de manière à ce que le vide qu'elle circonscrit d'abord finit par s'effacer, on pouvait présumer que ces couches sont déposées chacune à leur place par la pie-mère contigue. Je m'en suis assuré depuis avec M. Magendie, sur des chiens et des chats

encore fœtus et nouveau-nés. Nous avons vu qu'une fois déposée, la première couche de la lame des hémisphères, en dehors de laquelle la pie-mère extérieure continue d'en déposer d'autres, conserve la courbure de sa voûte, de sorte que dans les chats nouveau-nés la cavité est très-grande. Or, dans les deux ou trois premiers jours après la naissance, la pie-mère intérieure, c'est-à-dire les plexus choroïdes déposent des couches concentriques qui remplissent promptement ce vide. Il y a même un instant où il existe à la place du centre ovale de Vieussens une cavité séparée et distincte du ventricule latéral, parce que la dernière couche concentrique formée est restée écartée de la précédente.

Les hémisphères cérébraux, comme je l'ai démontré en 1820 et 1821, ne se forment donc pas seulement de dedans en dehors par des couches déposées excentriquement à la face interne de la pie-mère de leur convexité; ils se forment aussi de dehors en dedans, comme la moelle épinière, les lobes optiques, etc.; par la déposition de couches concentriques à la surface externe de la pie-mère de leur concavité. Dans ces hémisphères comme dans la moelle épinière, les dernières couches déposées oblitèrent la cavité, et effacent enfin la pie-mère qui se contracte sur elle-même et forme les plexus choroïdes. Il est peut-être inutile de répéter que cette déposition de couches n'est pas im-

médiate. Un liquide est exhalé par la pie-mère, et ce liquide se transforme en couches medullaires qui s'appliquent les unes sur les autres. Dans les premiers temps de leur application, on peut même les séparer les unes des autres comme par feuillets, leur agglutination ne s'établissant que peu à peu.

Voilà pourquoi les plexus choroïdes, résultent d'un enroulemént si réitéré de la pie-mère sur elle-même, dans l'homme et les singes, chez qui la partie solide de l'hémisphère occupe plus de place relativement à la cavité subsistante. Pourquoi, au contraire, le plexus choroïde est moins enroulé sur lui-même et plus étendu en lame dans tous les rongeurs, où la cavité de l'hémisphère en occupe presque toute l'étendue, et chez lesquels il ne s'est formé, ni circonvolutions, ni presque de centre solide. De sorte que l'état permanent de l'hémisphère de ces animaux, représente l'état embryonaire ou fœtal du même organe dans l'homme, les singes et tous les animaux, où il se forme un noyau solide à l'hémisphère cérébral.

Tout ce mécanisme, que M. Gall avait deviné et qu'il réprésentait par la désagglutination mécanique des faces internes de la membrade cérébrale, était ignoré jusqu'ici, et je n'en dois sans doute la découverte qu'au hasard de l'observation que j'ai rapportée.

Cette formation, par la pie-mère contiguë, de toutes les couches constituant l'épaisseur définitive

de la membrane des hémisphères, doit s'entendre aussi des corps striés, des couches optiques, et des faisceaux pyramidaux. Chacune de ces parties est déposée à sa place, soit en même temps, soit successivement. Ce qui a pu imposer sur cette *production*, cette *efflorescence*, d'une partie par une autre, dont elle serait sortie par un *acte de pure végétation*, c'est l'ordre successif de déposition des parties qui se suivent. Et si en effet cette succession se continue dans une série de trois ou quatre parties, on conçoit la possibilité de l'illusion pour qui n'y regarderait pas de près.

Malgré les subtilités et les dénégations de quelques personnes, ces mots, *origine*, *naissance*, *production*, impliquent donc dans le langage des auteurs qui s'en servent, l'idée qu'une partie que l'on dit née d'une autre, produite par une autre, est réellement sortie de cette partie qui l'aurait formée, poussée par un acte de végétation. Cela est évident dans tout l'ouvrage de Tiedemann. Il a réellement pris à la lettre, et au sens propre et non figuré, les mots origine, naissance, production. Tel est aussi le sens qu'y attachent manifestement MM. Gall et Serres. Il est donc démontré pour la première fois qu'aucune partie du système cérébro-spinal n'est *produite*, n'est *végétativement poussée* par une autre, mais que chaque partie est formée à sa place par la pie-mère.

En suivant ainsi les fibres des pyramides, celles

des cordons inférieurs de la moelle, celles qui commencent, et dans les réseaux de matière grise de la protubérance, et dans les couches optiques, et dans les corps striés ; nous avons été conduits à expliquer, et la formation, et la composition de ces deux dernières masses, puis celles des hémisphères cérébraux, de la voûte, du corps calleux, des éminences mamillaires, et des commissures antérieure et postérieure. Nous sommes donc forcés de retourner sur nos pas, pour achever d'exposer la composition du lobe du quatrième ventricule, et faire connaître celle du cervelet, des lobes optiques et des lobes olfactifs.

On a vu plus haut comment les pyramides en dessous, puis dans un ordre progressif de superposition (*pl.* XIII, *fig.* 9), les olives, le réseau inférieur de matière grise, les cordons inférieurs de la moelle épinière (*fig.* 10), et supérieurement les faisceaux de matière grise, qui ont oblitéré le canal central de la moelle (*fig.* 11), formaient, pour la plus grande partie, le plancher du *lobe du quatrième ventricule*, aussi appelé *moelle allongée*. La partie postérieure de la *protubérance* formée par l'étage inférieur de la commissure du cervelet, puis par le réseau inférieur de matière grise, le second étage de la commissure, et le réseau supérieur de matière grise (*fig.* 6 et 6 bis), y contribuent aussi en avant. Voici maintenant quelles parties contribuent à le former en haut.

Et d'abord les cordons supérieurs ou dorsaux de la moelle, déjà beaucoup élargis en passant au-dessus des *tubercules cendrés* (*fig.* 11 bis), débordent inférieurement les cordons abdominaux et grossissent encore en longeant les olives. Près du bord postérieur de la protubérance, le plus grand nombre de leurs fibres superficielles, se redressent en haut pour se joindre aux faisceaux de l'étage inférieur de la protubérance et forment ainsi le *pédoncule postérieur* du cervelet. Les fibres profondes des cordons supérieurs de la moelle pénètrent dans les tubercules quadri-jumeaux, et se continuent avec les couches intérieures qui en constituent la masse solide. En haut ces cordons forment le bord supérieur du quatrième ventricule, et servent d'encadrement à deux autres faisceaux de fibres plus blanches, qui les doublent intérieurement (voy. *pl.* XIII, *fig.* 5, 11 et 11 bis).

Ces deux autres faisceaux, qui forment la paroi verticale du quatrième ventricule, sont les *pyramides supérieures*. Très-minces à l'endroit où le nerf auditif traverse les pédoncules inférieurs du cervelet, et n'envoyant qu'un très-petit nombre de fibres dans ces pédoncules, elles grossissent en arrière, recouvrent le bord extérieur des *feuilles lancéolées* (*fig.* 5), lesquelles terminent les faisceaux supérieurs de la matière grise centrale de la moelle, puis rapprochées au contact, elles ferment l'angle postérieur du quatrième ventricule (*bec de plume*). Apla-

ties verticalement en arrière de cet angle (*fig.* 11), et toujours en diminuant d'épaisseur, et de plus en plus comprimées par les cordons postérieurs de la moelle, elles se terminent un peu plus en arrière que les pyramides inférieures, dont elles sont séparées d'abord par toute l'épaisseur de la lame transversale grise (*fig.* 11 et 11 bis), qui réunit les faisceaux latéraux gris du centre de la moelle, et inférieurement par les cordons abdominaux. Elles sont d'autant plus courtes, qu'on passe des carnassiers aux ruminants, et enfin aux rongeurs, décroissement qui les rattache au développement des lobes latéraux du cervelet.

Sur le plancher même du quatrième ventricule on observe, d'arrière en avant, 1° les deux *feuilles lancéolées* grises (*fig.* 5), terminaison des faisceaux supérieurs des cordons latéraux gris du centre de la moelle; 2° en avant jusque dans l'aqueduc de sylvius, deux *faisceaux gris* (*fig.* 5), prolongements des faisceaux inférieurs gris du centre de la moelle, et qui recouvrent dans cet espace les cordons inférieurs blancs de la moelle. Sur les *pl.* I, *fig.* 1, *pl.* III, *fig.* 1 et 2, *pl.* IV, *fig.* 1, on voit à la même place, des cordons lisses ou mamelonnés. Ce sont les cordons inférieurs de la moelle, ici à découvert au fond du quatrième ventricule, parce qu'il n'existe pas de matière cendrée au centre de la moelle épinière des poissons.

Sur la moitié antérieure du plancher du qua-

trième ventricule, sort de la ligne médiane, entre les deux prolongements des faisceaux gris inférieurs de la moelle, et croise en dessus ces prolongements, pour se diriger vers l'origine du nerf auditif et se confondre aussi avec le pédoncule postérieur du cervelet, une *double rangée de filets médullaires blanchâtres* (*fig.* 5), dont l'existence est constante, mais dont le nombre varie d'un côté à l'autre. J'en ai compté jusqu'à douze d'un seul côté, avec un volume et une consistance bien supérieurs à ce qu'on observe ordinairement, sur une idiote de trente ans, morte phthysique, avec une forte compression d'un côté de la protubérance et du lobe correspondant du cervelet, atrophiés de moitié par une tumeur erectile, développée dans les sinus de la fosse cérébelleuse droite. Ces filets s'entrelacent assez souvent dans leur trajet, comme le montre la *fig.* citée de la *pl.* XIII. On en a vu aussi se diriger vers les racines de la cinquième et de la huitième paires. Il est évident, par la variété de ces rapports, que l'objet de ces stries médullaires est de mettre en relation avec le centre du quatrième ventricule, tantôt plus, tantôt moins, d'organes nerveux très-importants.

Ces stries médullaires n'ont encore été observées que dans l'homme; je les ai cherchées vainement dans les rongeurs, les chiens, etc. Elles ne se forment qu'après la naissance, selon les observations réitérées de Wenzel et de Tiedemann.

Ainsi donc, le *lobe du quatrième ventricule* ou a *moelle allongée* et la protubérance, compris entre l'insertion apparente de la cinquième paire en avant, et celle du premier nerf spinal en arrière, résulte dans les mammifères de quatre ou cinq ordres de parties de plus que ce même lobe dans les autres classes, et les *stries médullaires* n'existent que dans l'homme uniquement.

Le quatrième ventricule est recouvert près de son angle postérieur, par deux petites lamelles tendues, de ses bords vers la ligne médiane, sur laquelle elles se réunissent rarement.

Dans tous les mammifères où la cinquième paire prend un excès un peu notable de développement, le quatrième ventricule s'élargit et se creuse proportionnellement dans sa partie antérieure. Cela est très-remarquable surtout chez les rongeurs. On observe même, dans les rongeurs, les taupes et les hérissons, un petit mamelon ou tubercule sur l'extrémité antérieure du bord du ventricule, mamelon dans lequel se continuent les fibres postérieures de la cinquième paire et de l'acoustique.

Là où les fibres extérieures des cordons supérieurs de la moelle, repliées en haut, forment les pédoncules postérieurs et inférieurs du cervelet; d'autres faisceaux (*fig.* 5 et 4), bien plus considérables, et dirigés transversalement, viennent de *l'étage inférieur et superficiel* du renflement appelé *protubérance annulaire*. Cet étage est lui-

même composé dans l'homme, de trois *bandes fibreuses* (*fig.* 1 et 5). Dans la bande antérieure, les fibres, à peu près droites sur le milieu de leur largeur, se contournent latéralement en haut et en arrière, de manière à former la face interne des *pédoncules moyens* du cervelet; à la *bande postérieure* qui manque en partie dans les cynocéphales et les macaques, parmi les singes de l'ancien continent, et en totalité chez ceux du nouveau, et qui ne reparaît plus au-delà des quadrumanes, les fibres, droites aussi sur le milieu de leur largeur, se contournent latéralement en avant et en haut, de manière à s'entrelacer avec les fibres de la *bande moyenne*, lesquelles sont toutes recourbées en arrière et en haut. Toutes les fibres de ces *trois bandes* convergent en haut et un peu en dehors, en se tordant légèrement. Dans l'endroit où cette torsion commence, les fibres transversales de *l'étage supérieur de la commissure* viennent les renforcer intérieurement. C'est l'ensemble de ces fibres qui forme le *pédoncule moyen* du cervelet (*fig.* 4 et 5). Dans les quadrupèdes, au-delà des quadrumanes, cet *étage supérieur* est tout entier à découvert inférieurement par l'absence de la bande postérieure de l'étage inférieur et de la partie correspondante du réseau gris intermédiaire. C'est cet *étage supérieur* que Tiedemann a nommé corps *trapézoïde* (voy. *pl.* XI, *fig.* 3, *pl.* IV, *fig.* 4,

pl. XIII, *fig.* 4 et *fig.* 13). Il est d'autant plus apparent, que les lobes latéraux sont plus petits, ou, ce qui est la même chose, que les bandes moyenne et postérieure de l'étage inférieur de la protubérance, manquent en partie ou en totalité. On se souvient que ces deux *étages* de fibres transverses sont séparés, l'inférieur, des pyramides inférieures, en haut, par un réseau de matière grise, et le supérieur, des cordons abdominaux de la moelle en bas, et des cordons dorsaux, en haut, par un autre réseau de matière grise (voy. *pl.* XIII, *fig.* 6, 6 bis et 7).

Enfin, de la partie latérale de la paire postérieure des tubercules quadri-jumeaux, un faisceau de fibres blanches (*fig.* 3, 4 et 5), dont la proportion va croissant, de l'homme et des quadrumanes aux carnassiers, aux ruminants, et aux rongeurs, se dirige en arrière et en haut vers le gros faisceau résultant des *pédoncules moyen* et *inférieur* du cervelet. Ce troisième faisceau est le *pédoncule antérieur* ou *supérieur* du cervelet. L'ensemble des fibres blanches de ces trois origines forme primitivement une sorte de tube creux, ouvert par son côté interne, sur le quatrième ventricule, et épanoui supérieurement en une lame membraneuse qui se replie vers la ligne médiane, où elle se continue avec celle du côté opposé. Suivant la proportion des trois pédoncules, les lobes latéraux ou le lobe moyen

du cervelet, ont eux-mêmes des proportions diverses. Dans l'homme et les quadrumanes, où les pédoncules moyens, formés par les fibres transverses des deux étages de la protubérance, prédominent, les lobes latéraux prédominent proportionnellement. A mesure que ces pédoncules diminuent, les lobes correspondants décroissent, à partir des singes cités, aux carnassiers, aux ruminants, et surtout aux rongeurs. C'est dans ce dernier ordre de mammifères que les pédoncules antérieurs (*fig.* 3, 4 et 5), si petits dans l'homme, ont leur plus grande masse relative; aussi le lobe médian du cervelet y est-il au maximum de développement. Voilà pourquoi la proportion des deux paires de tubercules des lobes optiques, est à peu près la même dans les rongeurs et les carnassiers aveugles, que dans ceux où la vue est très-développée. Car la proportion des lobes optiques des mammifères, paraît dépendre surtout de la proportion du lobe médian du cervelet, ou, ce qui est la même chose, des pédoncules supérieurs qui établissent la connexion de ces deux organes.

Il en est de même de la *valvule de Vieussens*: très-mince dans l'homme et les singes (*pl.* XIII, *fig.* 5), elle augmente d'épaisseur et de longueur, en proportion des pédoncules supérieurs du cervelet, qui en forment le cadre. Elle est continue par son bord antérieur, avec les fibres superficielles trans-

verses de la paire postérieure des tubercules quadri-jumeaux, et par la totalité, ou seulement par les côtés de son bord postérieur, avec la lame plissée du cervelet. Ce dernier cas s'observe dans la plupart des carnassiers et dans tous les rongeurs, où le lobe médian du cervelet, saillant comme la chenille d'un casque, se replie antérieurement en dessous de l'arcade que forme l'ensemble du cervelet, et passe ainsi dans une échancrure médiane du bord postérieur de la valvule de Vieussens, pour venir proéminer en arrière dans le quatrième ventricule. La face supérieure de la valvule de Vieussens chez l'homme est couverte, sur la ligne médiane, de petits plis de matière grise, dont le nombre et l'existence ne sont pas constants (voy. *pl.* XIII, *fig.* 5).

L'intérieur de l'espèce de tube à parois tordues, que forme à la base de chaque hémisphères du cervelet le gros faisceau résultant de ses trois pédoncules, est rempli, dans l'homme, par une sorte de capsule jaunâtre, contenant un amas de matière grise ou cendrée. Cette capsule, qui a été nommée *corps dentelé* (*pl.* XIII, *fig.* 3 et 5), ressemble beaucoup, pour la structure, aux éminences olivaires. Par ce que nous dirons de l'évolution progressive du cervelet dans l'embryon, on verra que cette capsule, et le noyau de matière cendrée qu'elle renferme, ne se forment qu'en dernier lieu, comme le noyau blanc ou centre ovale de Vieussens, dans

les lobes cérébraux. Ce n'est que dans l'homme qu'existe la capsule jaunâtre, dont le pourtour plissé s'engrène dans les dentelures correspondant aux fentes primitives qui dédoublaient intérieurement chaque lame du cervelet. Cette capsule, comme les capsules olivaires, s'ouvre du côté du quatrième ventricule, par la disparition de sa membrane à l'endroit par où pénétrait et s'est retiré le plexus choroïde du cervelet. A partir des carnassiers et des ruminants, il n'existe plus que le noyau gris. Aussi, est-il d'autant plus facile de déployer les surfaces agglutinées des feuillets du cervelet, qu'on opère sur des animaux plus inférieurs dans la classe des mammifères, et que l'on opère sur des individus plus jeunes, ou même sur des fœtus. Nos observations faites d'après ce double procédé, et combinées avec celles de Tiedemann et de Rolando, nous permettent de donner, de la formation du cervelet, une démonstration aussi complète que celle qu'on a vue tout à l'heure pour le cerveau.

Au 3me mois de l'embryon humain, en arrière des lobes optiques, la pie-mère se replie de chaque côté en deux sacs, chacun un peu enroulé sur lui-même à peu près comme les plexus choroïdes dans la cavité des hémisphères cérébraux à la même époque. Ces *plexus choroïdes postérieurs* ou *cérébelleux*, au commencement très-petits, déposent d'abord par la face intérieure de leur feuillet externe, à droite et à gauche au-dessus du bord

du cordon supérieur de la moelle, une couche étroite qui s'étend en forme d'arc, au-dessus du canal (voy. *pl.* VIII, *fig.* 2 et 4). Vers le troisième mois, cet arc est réuni avec son analogue, et forme un arceau complet au-dessus du canal (*fig.* 6). A mesure que le sac de pie-mère, dans la cavité duquel chacun de ces petits arcs a été formé, s'aggrandit [et cet agrandissement se fait surtout en dehors et en bas avec un grande rapidité (*fig.* 5)], l'arcade, formée au-dessus du canal et derrière les lobes optiques, en s'agrandissant, se continue à droite et à gauche de la ligne médiane avec les lobes optiques, et déborde en dehors par ses extrémités le bord correspondant du cordon supérieur de la moelle. Le feuillet interne du repli de la pie-mère suit ce mouvement, et à cette époque il y a dans le lobe latéral ainsi formé par la procidence de chaque extrémité de l'arcade primitive, une cavité (ventricule) comparable à celle qui existe aussi dans le lobe cérébral (*fig.* 5). C'est dans cette cavité que doit se former plus tard le *corps denteté.* Mais ici la voûte des deux cavités est déjà continue, tandis que ce n'est qu'à la dernière phase de formation, que cette communication s'établit pour la voûte des lobes cérébraux. Dès-lors les lobes du cervelet se forment par une double déposition de couches excentrique et concentrique, comme ceux du cerveau. Mais dans le cervelet, cette formation est beaucoup plus rapide, de sorte

que chez l'homme il ne reste pas de trace de la cavité des hémisphères cérébelleux après la naissance. En même temps, la pie-mère qui s'étend, en dessous, du feuillet extérieur d'un côté à celui de l'autre, et qui avait d'abord déposé les faisceaux pyramidaux et les olives, dépose dans une direction transversale et perpendiculaire à ces faisceaux les fibres de la protubérance continues à celles des lobes cérébelleux, en prolongeant réellement vers la ligne médiane les fibres moyennes de l'espèce de bourse, que forme alors l'hémisphère cérébelleux (*fig.* 5). Les bandes transverses de cette protubérance sont donc réellement au cervelet en dessous, ce que la grande commissure ou corps calleux est au cerveau en dessus. Selon que les sacs latéraux de la pie-mère se dilatent davantage en se renversant en dehors, ou qu'au contraire, ils se portent en arrière et sur la ligne médiane en dessus du quatrième ventricule, les lobes latéraux se développent plus que le lobe médian, ou le lobe médian plus que les lobes latéraux. Plus le lobe médian est développé, plus nombreuses sont les fibres, et par conséquent, plus gros sont les pédoncules par lesquels il se continue avec les lobes optiques.

Les fibres transversales de la protubérance étant la commissure et la continuation de la membrane plissée des hémisphères, ces deux parties doivent nécessairement croître dans le même rapport. C'est

aussi ce qui a lieu, à partir des rongeurs, des fourmiliers, des didelphes, etc., où les lobes cérébelleux ensemble sont presque constamment plus petits que le lobe médian (voy. *pl.* XII, *fig.* 4, 5, 6 et 7). En passant par les ruminants et les carnassiers jusqu'à l'homme, ces deux parties prennent un accroissement uniforme et commun. Et comme dans les lobes cérébraux ce sont les parties supérieures et postérieures, si développées chez l'homme et les singes, qui disparaissent progressivement en descendant la série des mammifères, ce sont aussi les parties postérieures et supérieures des hémisphères du cervelet qui disparaissent les premières, et avec elles les fibres correspondantes de la protubérance. Il en résulte qu'à partir des carnassiers, en allant aux rongeurs, la largeur du *pont* diminue par la disparition, d'abord des fibres superficielles les plus postérieures, puis d'autres plus antérieures; de sorte que les pyramides sont à découvert sur une plus grande étendue derrière la commissure du cervelet. On les voit croiser alors sur le quart, le tiers ou la moitié postérieurs de la largeur du pont, une largeur équivalente, du second étage des fibres de cette commissure. C'est cette portion de la commissure du cervelet que l'on a prise pour celle du nerf auditif, et que Tiedemann (*icon. céréb. simiar.*) appelle le *corps trapézoïde*. Ces fibres ne sont pas plus la commissure du nerf auditif que leurs analogues antérieures ne sont celles de la cinquième

paire. Gall, et récemment Rolando, ont montré que dans l'homme et les ruminants la cinquième paire se continue à travers les différents étages des fibres du pont et des réseaux gris, jusque derrière le quatrième ventricule, où elle s'enchâsse dans les cordons supérieurs de la moelle. Il en est de même du nerf auditif: il pénètre à travers la commissure dans le cordon supérieur de la moelle, où il se termine. On suit fort aisément, sur les chats et les chiens, les fibres de ce ruban postérieur de la protubérance, dans la partie postérieure du pédoncule du cervelet.

Dans les mammifères, le cervelet et sa commissure forment donc un large anneau de fibres nerveuses autour du renflement de la moelle, qu'on a nommé moelle allongée. En avant, cet anneau est bordé par l'insertion de la troisième paire en bas et de la quatrième en haut; en arrière, il est borné par l'insertion de la huitième paire en bas, et celle de la septième paire en haut. On a vu dans les ovipares que l'absence de tout l'arc inférieur de cet anneau laissait à découvert les cordons inférieurs et supérieurs de la moelle.

On conçoit par ce trajet de la cinquième et de la septième paire, entre les fibres de la protubérance, pourquoi ces nerfs s'insèrent à la superficie même de la moelle dans les ovipares, sans le plus souvent se continuer avec elle. On conçoit encore comment le lobe médian du cervelet est en rapport constant

de grandeur, même dans les mammifères, avec la cinquième paire; puisque celle-ci, cachée sous un chemin couvert, vient s'insérer à la base des principaux faisceaux de ce lobe.

Dans presque tous les rongeurs, le lobe latéral du cervelet est très-effilé en dehors, de manière à former un appendice particulier à cet ordre, et enfoncé dans un trou également particulier du rocher. J'ai vu constamment cet appendice se continuer avec les fibres les plus antérieures de la protubérance. En outre, le lobe médian, contourné en avant, en bas et en dessous de lui-même, comme la chenille d'un casque, vient proéminer dans le quatrième ventricule, au-dessous de l'arcade que forme sa partie supérieure unie aux lobes latéraux, chez les ruminants, les rongeurs, les chiens, etc.

Ainsi donc, quoique les hémisphères du cervelet ne résultent réellement que de l'agrandissement des extrémités du cervelet central, dont l'arc se plisse en dehors et en bas au point où il se continue avec le cordon supérieur de la moelle, ces lobes latéraux n'en sont pas moins des organes particuliers, comme le prouve d'ailleurs l'existence de leur commisure, dont le nombre des fibres est en proportion de celui des lames de ces lobes, ou de l'amplitude de la membrane qui a formé ces lames en se plissant.

Les *lobes optiques* sont les premiers formés

de l'encéphale, parce que le tube de la pie-mère se trouve très-rétréci en cet endroit, entre le lobe du quatrième ventricule et les pédoncules du cerveau, places où son sinus reste toujours écarté. Et comme le point de ce rétrécissement est celui où aboutissent les nerfs optiques et deux autres nerfs oculaires, les premiers formés de si bonne heure, ainsi que les yeux, il s'ensuit, d'après la loi que nous avons exposée, que la déposition des couches nerveuses est très-accélérée en ce point. Voilà pourquoi la cavité en est oblitérée de bonne heure. Et cette oblitération est d'autant plus prompte, que le sillon transversal qui divise chaque lobe est lui-même plutôt formé. Car il résulte de ce sillon la dépression de la voûte, et partant un effacement d'espace correspondant dans la cavité. Les couches intérieures des lobes optiques sont continues avec les fibres profondes des cordons supérieurs de la moelle. Les couches superficielles sont en grande partie la continuation des fibres supérieures des cordons inférieurs de la moelle.

Le *corps pinéal* que l'on a vu manquer à tous les ovipares, moins les chéloniens et peut-être les crocodiles, ne commence à paraître dans le fœtus de l'homme qu'au quatrième mois, tenant par des radicules blanches très-minces, au bord interne de la face supérieure des couches optiques. Dans la suite, d'autres fibres dirigées en arrière le met-

tent aussi en communication avec la paire antérieure des tubercules quadri-jumeaux. Son volume, sa figure et sa structure, selon les observations de Tiedemann, varient beaucoup dans les autres mammifères. Elle est petite et arrondie dans les carnassiers, plus volumineuse, presque conique et oblongue, dans les rongeurs (voy. *pl.* II, *fig.* 2, sur l'agouti; *pl.* XII, *fig.* 5, 6 et 7, sur le fourmilier à deux doigts, le tatou à neuf bandes, et la marmotte). Elle est aussi à proportion beaucoup plus grosse dans les ruminants que chez l'homme, tout en différant de forme d'une espèce à l'autre. Creuse dans le cerf et le mouton (voy., pour cette espèce, *pl.* XIII, *fig.* 16). Dans les chevaux et les cochons elle est encore plus grosse que chez les ruminants.

Au corps pinéal aboutissent ainsi quatre petits faisceaux de fibres médullaires; les deux antérieurs viennent des couches optiques; les postérieurs, des tubercules quadri-jumeaux. Ces fibres diminuent de volume vers le corps pinéal.

Le volume de la glande, ou corps pinéal, est en général d'autant plus grand que les lobes cérébraux sont moins développés dans les mammifères. Elle me paraît néanmoins manquer aux cobaies et à quelques autres rongeurs.

Les *éminences mamillaires* sont doubles et bien séparées dans les carnassiers, elles sont réunies en une seule masse dans les ruminants et les rongeurs

(voy. *pl.* XIII, *fig.* 4, sur le veau). La formation de ces éminences et leurs véritables rapports n'ont été bien connus que par Tiedemann. Au cinquième mois du fœtus humain (voy. *pl.* X, *fig.* 3, et *pl.* VIII, *fig.* 8) un faisceau de fibres descend de la couche optique, à côté de l'endroit où se forme la tige pituitaire, il se replie sur lui-même en avant et en haut pour commencer ce qu'on appelle le pilier antérieur de la voûte. Uni bientôt à son analogue, il forme la couverture de la cavité contenue entre les couches optiques, couverture qui se forme successivement en arrière jusqu'à la rencontre du corps calleux en haut et au milieu, et latéralement jusqu'à la rencontre des fibres de la lame qui a formé l'hémisphère cérébral correspondant. En outre, selon les observations de Gall, deux autres petits faisceaux, l'un, interne postérieur, s'enfonce dans la couche optique, l'autre, externe, se joint avec un entrelacement transversal de fibres blanches situées au-dessous du nerf optique (voy. les *pl.* XIII et XVII de son atlas).

Formée ainsi, l'éminence mamillaire n'a rien de commun avec les renflements qu'on observe derrière les nerfs optiques des poissons, et dont la cavité communique au contraire avec celle des lobes optiques qui leur répondent en dessus. Car, dans cette classe, il n'existe pas de voûte aux lobes cérébraux que représente la seule masse de matière grise de la couche optique. Il ne peut donc y avoir de commissure

pour des hémisphères qui n'existent pas eux-mêmes. Il n'y en a pas davantage dans les oiseaux et les reptiles.

Entre les éminences mamillaires et le bord interne du pédoncule cérébral en arrière, et l'échancrure que forme le croisement des nerfs optiques en avant, se trouve encadrée une membrane grisâtre, assez épaisse, d'une structure différente de la substance grise ordinaire, et formant le plancher de l'intervalle compris entre les deux couches optiques. Du milieu de cette membrane se prolonge une sorte de tube de même structure, creux dans la seconde partie de la période fœtale, et terminé inférieurement par un renflement pulpeux, rougeâtre, connu sous le nom de *glande pituitaire*. Par ses connexions encore on voit que cet appareil ne coïncide pas avec celui qui a reçu le même nom dans les poissons, chez qui il constitue une partie si considérable de l'encéphale. Quelques fibres du nerf optique se terminent dans le bord extérieur de cette substance grise.

Enfin, en avant et de l'autre côté de l'entrecroisement des nerfs optiques, une valvule presque transparente, d'un gris rougeâtre, s'étend jusqu'au bord libre inférieur de la grande commissure cérébrale ou corps calleux, et achève ainsi de fermer en-dessous les cavités contenues entre les hémisphères.

Ayant ainsi expliqué l'ordre successif de forma-

tion et de connexion *du lobe du quatrième ventricule*, de la *protubérance* et du *cervelet*, puis des *lobes optiques* et des *lobes cérébraux*, il reste à parler d'une dernière paire de lobes, prise jusqu'ici pour la première paire de nerfs. Cette méprise était excusable dans l'anatomie exclusive de l'homme, où il ne subsiste que des vestiges de ces lobes. Elle serait presque incroyable de la part des anatomistes qui avaient disséqué des quadrupèdes, si l'on n'avait tant d'autres exemples des bizarres métamorphoses, des singulières transpositions que certains systèmes analogiques, qu'on pourrait nommer *monotypomanies*, ont fait subir aux organes les plus hétérogènes, pour les ramener à l'unité par de pures transformations de mots.

Dans tous les carnassiers, les rongeurs et ruminants, comme le montrent, pour ces derniers, chez le veau et le mouton, les magnifiques planches III, et XVI de l'atlas in-folio de Gall, les fibres les plus inférieures des pédoncules du cerveau, après avoir passé au-dessus des nerfs optiques, se continuent dans un grand faisceau aplati, de fibres blanches, qui occupe toute la moitié intérieure du devant de la base de l'hémisphère cérébral. En dehors (*pl.* XIII, *fig.* 14) ce faisceau aplati se continue avec la grosse circonvolution qui marque extérieurement et en-dessous, la terminaison postérieure du ventricule latéral dans le pied d'*hippocampe*, et en dedans il se rapproche du faisceau

médian du cerveau. Dans son trajet sur le bord de cette scissure, il se continue avec les fibres des circonvolutions correspondantes. L'ensemble de ces fibres dirigées en avant, de sorte que les inter-médiaires sont parallèles et les latérales convergentes, forme à une distance variable, en avant ou en arrière, de la pointe des hémisphères, suivant les ordres, un pédoncule isolé de toute part, tout-à-fait blanc en dessous, et se recouvrant sur les côtés et en-dessus d'une couche de matière grise continue avec la couche semblable des circonvolutions cérébrales qui y prolongent leurs fibres blanches. Ce pédoncule ou ce col se renfle bientôt en un lobe ellipsoïde ou sphérique, suivant les genres. La proportion de ce lobe, que mesure exactement sur les crânes la grandeur de la fosse ethmoïdale, varie tellement, qu'à partir de l'homme, où il ne représente pas la millième partie de l'hémisphère cérébral, et augmentant progressivement des carnassiers aux ruminants et aux rongeurs, il finit par représenter jusqu'au tiers de l'encéphale dans plusieurs chauves-souris, et plus du quart dans la taupe, (voy. *pl.* IV, *fig.* 4 et 5; la même planche montre, *fig.* 6, la proportion chez le hérisson; voy. en outre *pl.* II, *fig.* 2 et 3, sur l'agouti, et *pl.* XII, *fig.* 4, 5 et 6, sur la marmose, le fourmilier à deux doigts, et le tatou à neuf bandes). Plus ce lobe est développé, plus la

cavité qu'il renferme est ample et prolongée vers le ventricule moyen du cerveau. Ces deux cavités communiquent ensemble dans la plupart des rongeurs, chez le hérisson et les chauve-souris. Le conduit de réunion est tapissé par une couche épaisse de fibres blanches, qui sont la continuation de la lame médullaire des hémisphères. Dans les chiens de rue, la couche blanche du ventricule olfactif ne se continue pas avec celle du lobe cérébral, elle s'arrête dans le pédoncule à la hauteur de l'entrecroisement des nerfs optiques.

Des deux cordons fibreux qui bordent le faisceau aplati, d'où résulte, au-devant de la base de l'hémisphère, le pédoncule du lobe olfactif, l'interne, réfléchi en haut au fond de la grande scissure médiane du cerveau, se continue par ses fibres les plus profondes, dans le bord antérieur du corps calleux. Ces fibres antérieures du corps calleux forment donc la commissure des lobes olfactifs, comme les fibres postérieures forment celles des hémisphères cérébraux (voy. *pl.* XIII, *fig.* 14). Un plus grand nombre des fibres latérales extérieures et supérieures du lobe se replient en dessus du canal du pédoncule quand il existe, se recourbent en dedans, passent sur l'extrémité antérieure du corps strié, et vont se réunir aux fibres semblables

du côté opposé, en formant ainsi la *commissure antérieure* (voyez *pl.* IV, *fig.* 6, sur le hérisson, et *fig.* 14, *pl.* XIII, sur le mouton).

Voilà pourquoi cette commissure a d'autant plus de calibre que les lobes obfactifs ont plus de volume. Enfin, le cordon extérieur, bordant en-dehors le faisceau fibreux aplati qui se trouve dans le prolongement des pédoncules du cerveau, se continue tout entier avec les fibres de la membrane cérébrale qui ont formé la paroi du fond du ventricule latéral, dans la partie nommée *pied d'hippocampe*.

Ainsi le lobe olfactif, dans les mammifères des quatre ordres cités, a quatre connexions principales : 1° avec les pédoncules du cerveau, 2° avec les fibres du pied d'hippocampe, 3° avec le corps calleux, et 4° avec la commissure antérieure. En outre toutes les circonvolutions inférieures de l'hémisphère, adjacentes au gros faisceau aplati de fibres blanches, qui forment le pédoncule olfactif, sont aussi en continuité de fibres avec le lobe olfactif.

Dans le phoque (Tiedem., Icon., céréb., simiar., etc., *pl.* II, *fig.* 8) il n'existe plus que deux de ces connexions du lobe olfactif : ce sont les deux cordons latéraux. Le faisceau, applati de fibres parallèles, n'existe plus. Les circonvolutions correspondantes au-dessous du corps strié, sont à découvert en arrière de l'angle qu'interceptent ces deux cor-

dons, encore formés pourtant de fibres blanches. Mais l'interne est très-petit, et il est douteux que ces fibres arrivent au corps calleux. L'externe, trois fois plus gros que l'interne, se recourbe dans la scissure de sylvius, au fond de laquelle il se continue avec les fibres du pied d'hippocampe. Le lobe proémine un peu à la pointe de l'hémisphère, où il est presque entièrement enclavé dans l'intervalle de deux circonvolutions.

Chez l'homme le pédoncule olfactif, quoique plus long à proportion que dans le phoque, est infiniment plus mince, il n'a pas plus d'une demi-ligne de diamètre, est libre sur toute sa longueur, jusqu'auprès de l'angle interne que forme la base du lobe antérieur de l'hémisphère, entre l'extrémité interne de la scissure de sylvius et le fond de la grande scissure du cerveau, devant le croisement des nerfs optiques. Là il s'implante par trois racines dans la paroi antérieure de la scissure de sylvius. La racine extérieure médullaire s'implante au sommet même de la scissure, dans la couche corticale de la dernière circonvolution du lobe moyen; la racine interne naît de l'angle indiqué de la base du lobe antérieur, près et au-dessus de l'entrecroisement des nerfs optiques, également dans la couche corticale de cet endroit. La troisième, appelée corticale, parce qu'elle n'est blanche qu'à l'intérieur, s'enfonce dans l'extrémité du sillon, où est enclavé le pédoncule olfactif, et atteint

les fibres blanches de la circonvolution correspondante. Ici donc le pédoncule du lobe olfactif n'a plus de connexion ou de continuité, qu'avec les circonvolutions postérieures de la base du lobe antérieur de l'hémisphère. Les quatre autres connexions décrites dans les rongeurs, les insectivores, les ruminants, etc., manquent donc ici.

Dans les dauphins il n'y a plus ni lobes ni pédoncules olfactifs. Et cependant les circonvolutions postérieures de la base du lobe antérieur, et surtout les circonvolutions inférieures et antérieures du lobe postérieur formant le fond du ventricule latéral, sont aussi développées que dans pas un des carnassiers, des ruminants ou des rongeurs. L'hippocampe y a même plus de volume.

Il n'y a donc aucun rapport direct entre la proportion de l'hippocampe et celle du cordon latéral externe du pédoncule olfactif. Il y a coïncidence et non dépendance entre ces deux parties, quand elles sont au maximum de développement. Sans cela l'hippocampe ne devrait point paraître sous le cerveau de l'homme, et encore moins sous celui du dauphin et du marsouin. M. Cuvier avait déjà observé, contradictoirement à l'opinion que les nerfs olfactifs étaient une dépendance des corps striés, que ces corps sont à proportion aussi développés dans les dauphins qui n'ont pas de *nerfs olfactifs* (il entendait les lobes), que dans aucun autre animal, où ils sont le plus volumineux.

Enfin, c'est à tort que M. Serres a généralisé aux cétacés ce défaut de lobes et de nerfs olfactifs, qui n'est encore directement constaté que dans le genre des dauphins. Par la corrélation des crânes, je me suis assuré qu'ils manquent aux cachalots, aux narwalhs et aux hyperoodons. J'ai démontré, d'ailleurs, par la corrélation de la fosse ethmoïdale et des conduits ethmoïdaux avec les lobes et les nerfs olfactifs, que chez la grande baleine australe cet appareil encéphalique était à proportion aussi développé que dans les phoques. (voy. plus haut, livre 1er et *Dict. class. d'hist. nat.*, art. BALEINES et ÉVENTS.)

Maintenant on peut se former une idée plus exacte des ventricules ou cavités du cerveau.

Le quatrième ventricule résultant de l'intervalle compris entre les pyramides postérieures en arrière, les cordons abdominaux de la moelle en bas, et l'arcade du cervelet et la valvule de Vieussens en haut, se continue dans l'épaisseur de la protubérance annulaire, en dessous, et des lobes optiques en dessus. Le canal étroit par lequel il s'y prolonge, forme, pour ainsi dire, l'axe creux de ce gros renflement, où il porte le nom d'*aqueduc de Sylvius*. A partir du point où débouche cet aqueduc sous la commissure postérieure, l'intervalle entre les couches optiques de chaque côté, la voûte à trois piliers en haut, et, en bas, la membrane grise d'où naît la tige pituitaire, le croisement

des nerfs optiques, et la membrane étendue de ce croisement au bord antérieur du corps calleux, forme le *ventricule moyen* ou *troisième ventricule*. Par le détroit qui sépare de la commissure antérieure les piliers antérieurs de la voûte, le ventricule moyen communique avec les *ventricules latéraux*, qui en sont séparés seulement sur leur longueur par le bord libre de la voûte, appliquée avec les plexus choroïdes sur les corps striés et les couches optiques. Le ventricule latéral s'étend de haut en bas, et d'arrière en avant, entre les *corps striés*, les *couches optiques* et la *corne d'ammon* en bas, et la lame de l'hémisphère dégagée du *centre ovale* en haut. Sa limite, sur la ligne médiane, est la cloison transparente.

Enfin, dans quelques ruminants, et rongeurs; dans les hérissons, etc., le ventricule latéral se continue, par son extrémité antérieure, avec le ventricule du lobe olfactif.

On a vu comment l'intervalle des deux lames de cette cloison transparente communique aussi avec les autres cavités.

Toutes les cavités des différents lobes sont d'autant plus amples que la formation concentrique est moins active aux différentes époques du développement, et qu'elle est définitivement moins complète, tout étant égal d'ailleurs pour le volume relatif des lobes. Ainsi, dans l'homme, la formation intérieure est achevée long-temps avant

la naissance. Dans les chiens et surtout les chats cette formation peu abondante se continue encore après la naissance. Aussi, plusieurs jours après cette époque, peut-on déplisser entièrement la membrane du cerveau, surtout dans les chats, où il n'y a que deux replis longitudinaux. Dans aucun rongeur que je connaisse il ne se forme de plis aux lobes du cerveau, la formation intérieure reste au degré des premières époques fœtales des mammifères supérieurs, par exemple, du quatrième mois du fœtus humain, tel que montre la *fig.* 6 de la *pl.* VIII. La cavité occupe ainsi tout l'espace correspondant au centre ovale de Vieussens, dans les mammifères supérieurs. Il en est du cervelet des mammifères et des oiseaux, comparé à celui des chéloniens et des poissons, comme du cerveau de l'homme adulte, comparé à celui du fœtus dans la première période, ou du cerveau des mammifères supérieurs, comparé à celui des rongeurs. Dans les raies et les squales, par exemple, la formation interne n'a déposé qu'une couche de matière blanche aussi mince qu'une feuille de papier fin. La pie-mère continue de revêtir cette couche, et alors, comme dans le cerveau des rongeurs, les cavités du cervelet occupent tout l'intérieur des lobes ou circonvolutions qui se dessinent en-dehors.

Mais pour les lobes où s'insèrent des nerfs sensitifs le mécanisme est différent. Les lobes se creusent des cavités d'autant plus amples, que ces lobes

eux-mêmes et leurs nerfs sont plus développés. Tels sont les lobes olfactifs des carnassiers, des ruminants, de quelques rongeurs, etc., parmi les mammifères, ceux des squales, parmi les poissons; les lobes optiques des reptiles et des oiseaux, surtout des falco, ceux des poissons osseux, surtout de ceux à nerfs optiques et rétines plissés.

Toujours, toutes ces cavités, quelles qu'en soient la forme et les directions, communiquent avec le canal central. Le vide de la cloison transparente ne fait pas toujours, comme on a vu, exception à la règle. Il communique avec les cavités des lobes cérébraux par un petit conduit qui contourne les prolongements de la voûte vers les éminences mamillaires. Mais ce conduit peut s'oblitérer, il l'était, par exemple, dans l'hydropisie de la cloison transparente, précédemment citée.

Répartition de la matière blanche fibreuse et de la matière grise globuleuse, dans le système cérébro-spinal des mammifères, et proportion des diverses parties de ce système.

Dans toute la moelle épinière, proprement dite, la matière grise est uniformément enveloppée par le tube que forment les quatre cordons fibreux blancs. Cette matière grise est disposée en trois faisceaux. Un faisceau, applati horizontalement, réunit en travers, par le milieu de leur con-

vexité, deux autres faisceaux placés de champ, et dont les bords supérieur et inférieur, repliés en dehors, rendent concave la face externe. La coupe de chaque faisceau latéral gris présente ainsi un arc dont les extrémités sont les points le plus rapproché de la surface de la moelle (*pl.* XIII, *fig.* 11). Ce n'est que sur les côtés de la moelle allongée, un peu en arrière du sommet du quatrième ventricule, que ces mêmes cordons se produisent au dehors, en forme de *tubercules cendrés*, dans l'homme et les quadrumanes. Au-delà, chez les carnassiers et les ruminants, la matière grise n'est nulle part extérieure. Mais au devant de la protubérance annulaire en bas, et à partir du bord postérieur des pédoncules du cervelet en haut, la substance blanche n'est plus extérieure, que dans la plus petite étendue de la périphérie du système.

Et d'abord tous les lobes du cervelet et ceux du cerveau sont partout recouverts d'une couche de matière grise, d'une épaisseur à peu près uniforme, et qui n'a commencé de se déposer, que dans la dernière période de la vie du fœtus. Les lobes olfactifs, à tout leur pourtour supérieur et antérieur, sont aussi recouverts de cette même couche, prolongée du cerveau. Cette couche, au cervelet et au cerveau, est traversée par un nombre infini de filaments vasculaires, qui y pénètrent, de la pie-mère. Au cerveau, la matière blanche

n'est extérieure en haut, qu'à la face supérieure du corps calleux; et à la base, que dans l'espace qu'occupe, chez les carnassiers, les ruminants, les rongeurs, etc., le pédoncule élargi du lobe olfactif, et la face inférieure de ce lobe.

Au cervelet, cette couche s'arrête au pourtour du gros faisceau résultant de la réunion des trois pédoncules; les pédoncules antérieurs du cervelet, et une grande partie de la valvule de Vieussens, toute la surface des lobes optiques, celle des couches du même nom, sont blanches dans l'homme et les singes, ainsi que les pédoncules du cerveau, et les éminences mamillaires. Sur la ligne médiane, à la base, la matière grise occupe l'intervalle des éminences mamillaires au croisement des nerfs optiques, et s'étend encore, de ce croisement au bord antérieur du corps calleux.

Mais outre ces endroits du milieu de la base du cerveau, où la substance grise est à découvert, elle revêt encore, dans les ruminants et les rongeurs, la plus grande partie, ou même la totalité de la paire antérieure des lobes optiques, et dans les carnassiers, de la paire postérieure; ainsi que la moitié antérieure-intérieure de la face supérieure des couches optiques. Partout, soit à l'intérieur de la moelle, soit à l'extérieur des différents lobes de l'encéphale, c'est en dernier lieu que la matière grise est déposée. Toutes les surfaces internes des hémisphères, excepté sur le corps strié, sont

de matière blanche. Il en est de même de la cavité des lobes olfactifs, qu'elle soit ou non continue avec les ventricules latéraux.

Les hémisphères du cerveau et du cervelet n'ont aucun rapport de proportion avec aucune paire de nerfs. Tel nerf de la tête varie d'un extrême à l'autre sans exercer aucune influence sur le degré de développement de ces lobes. Mais il n'en est pas de même des lobes olfactifs et optiques, ni du lobe médian du cervelet.

Ce dernier garde une proportion constante avec la cinquième paire; aussi le voit-on croître des carnassiers aux ruminants et aux rongeurs, à-peu-près réciproquement au décroissement des lobes latéraux.

Les lobes olfactifs sont dans une proportion constante avec les nerfs du même nom : mais ils n'en ont aucune avec le cerveau, dont le maximum de volume peut coïncider avec leur état rudimentaire chez l'homme, ou avec leur absence totale chez les dauphins. Les relations du lobe olfactif avec cette partie de la base de l'hémisphère cérébral nommé pied d'hippocampe ou corne d'Ammon, n'influent nullement sur la proportion de cette dernière partie. Les figures de l'atlas de M. Serres en donnent la démonstration (1).

(1) Pour concilier la contradiction de ses descriptions avec ses figures, M. Serres appelle lobe sphénoïdal, dans les dauphins (*pl.* XII, *fig.* 231), ce qu'il nomme hippocampe, dans

Les lobes optiques conservent un rapport de proportion avec les nerfs du même nom. Mais ce rapport n'est pas aussi intime, aussi immédiat que dans les ovipares, où le lobe optique est l'aboutissant unique du nerf du même nom. Dans les mammifères, ce n'est que le plus petit nombre des fibres de ce nerf qui aboutit à la paire postérieure des tubercules quadri-jumeaux. Aussi la réduction et même l'absence complète de nerf optique (voyez *pl.* IV, *fig.* 5, sur la taupe) n'entraînent-elles qu'une réduction des tubercules quadri-jumeaux infiniment moindre que celle que nous avons vu résulter de la même cause dans les silures, les murènes, etc., chez les poissons, et dans les amphisbènes, chez les reptiles. Ce qui paraît surtout maintenir la proportion des lobes optiques chez les mammifères, c'est le degré de développement du cervelet médian et de ses pédoncules continus avec les tubercules quadri-jumeaux postérieurs.

Dans les rongeurs et les ruminants, la paire antérieure des tubercules quadri-jumeaux est double, quelquefois triple en volume, de la postérieure (voy. *pl.* XIII, *fig.* 4, sur le veau, et *fig.* 14, sur le mouton). Le rapport est généralement inverse dans

le phoque (*pl.* IX, *fig.* 208). Mais la nature des choses ne change pas avec les variantes de leur nom, et le lobe sphénoïdal du dauphin, comme l'hippocampe du phoque et du lion, reste la terminaison du fond du ventricule latéral

les carnassiers, entre autres les chiens, les chats, les dauphins, les phoques, les chauve-souris. Néanmoins dans cet ordre le rapport est loin d'être invariable comme dans les rongeurs et les ruminants. Car chez les mangoustes, par exemple, les deux paires sont sensiblement égales, et chez la loutre, la taupe et le hérisson c'est l'antérieure qui surpasse la postérieure (voy. pour la taupe *pl.* IV, *fig.* 5, pour le hérisson *fig.* 6).

Or, les fibres du nerf optique se rendent presque constamment et exclusivement à la paire postérieure. Ce n'est donc pas de la proportion des nerfs optiques que dépend celle des tubercules quadri-jumeaux ensemble, ni de l'une de leurs deux paires vue séparément.

Quant à la proportion que les différentes parties de l'encéphale gardent entre elles dans les différents genres de chacun des ordres de mammifères, nous avons déjà exposé dans le premier livre quelques données à ce sujet. C'est dans les insectivores, les taupes, les hérissons, et surtout les chauve-souris à narines garnies de conques et de pavillons, que les lobes olfactifs sont le plus développés. Jamais ces lobes ne sont sillonnés, ni bosselés par des circonvolutions qui en multiplient les surfaces.

Le nombre et l'amplitude de ces sillons et des circonvolutions qui en résultent, sont au maximum dans l'homme; viennent ensuite les dau-

phins, puis les singes, les chiens parmi les carnassiers, et d'autant plus que ces chiens sont plus intelligents. Car la différence est très-grande à cet égard entre un barbet et un levrier ou un loup. Presque toutes les espèces du genre marte ont le cerveau lisse. Il n'y a pas un seul sillon à celui de la belette. Il n'y en a pas non plus à celui du ouïstiti, du saï, du saïmiri, et de tous les singes américains jusqu'ici observés. Or, ces saïmiris, ces sajous, ces ouïstitis ont à proportion le cerveau plus volumineux que l'homme. Tous les singes de l'ancien continent ont au contraire le cerveau plissé : il en est de même des chevaux, des ruminants, des cochons, etc. Pas un seul rongeur et aucun des marsupiaux, examinés sous ce rapport, n'offre non plus aucun sillon à son cerveau. Il en est de même de tous les insectivores, taupes, hérissons, chauve-souris, etc.

La direction et le dessin de ces plis sont uniformes et réguliers pour chaque espèce et même pour chaque genre quelquefois. Par exemple, dans toutes les espèces de *chats* dont on connaît le cerveau, il n'y a que deux sillons longitudinaux sur chaque hémisphère. Je n'ai vu aucune différence à cet égard entre une cinquantaine de chats et plusieurs lions, le tigre, la panthère, etc. Et ces sillons sont déjà tout formés avant la naissance. Mais dans l'homme et les singes de l'ancien continent, les chiens, etc., ce plissement ne s'achève que

long-temps après cette époque. On a même observé, depuis ce que nous avons publié à ce sujet, que les idiots avaient le cerveau beaucoup moins plissé à proportion que ne le comportait leur âge. On sait en outre que dans la plupart des hydrocéphales, il n'y a pas de circonvolutions. On voit d'après ce qui précède que cette absence de circonvolutions dépend non pas de leur effacement, mais d'un défaut primitif de formation.

Pas plus que les plis du cerveau, les lames du cervelet ne suivent dans leur décroissement la dégradation des animaux dans la classe. Chez les ouïstitis, par exemple, il n'y a que quatre ou cinq lames de chaque côté au cervelet, au lieu des vingtaines que l'on en compte à celui des orangs, des guenons, etc. Néanmoins le nombre des lames des hémisphères du cervelet, paraît décroître dans la même proportion qu'augmente celle des lames de son lobe médian, et de la chenille de casque par laquelle ce lobe se replie antérieurement au-dessous de l'arcade qu'il forme dans le quatrième ventricule.

Comme on le verra dans le troisième livre, la proportion de la moelle épinière ne peut encore être ramenée à une loi bien certaine. On a déjà vu combien est contraire aux faits, celle qu'avait proposée M. Serres. Voici des proportions que j'ai vérifiées avec le plus grand soin.

Dans le hérisson, la moelle épinière se termine à la septième vertèbre dorsale, un peu en avant

de la moitié de la longueur du canal vertébral. Cette moelle n'a qu'un rétrécissement insensible entre le segment d'où partent les nerfs antérieurs et celui d'où partent les nerfs des membres postérieurs. D'après Arsaki, les chauves-souris auraient aussi la moelle épinière presque aussi courte à proportion que le hérisson. L'on savait que dans l'homme adulte elle se termine au bord supérieur de la deuxième vertèbre lombaire. Dans le fœtus à terme elle ne dépasse guère le bord supérieur du sacrum, et à deux ans elle se trouve au-dessus du bord supérieur de la quatrième vertèbre lombaire. De la naissance à l'âge adulte la moelle épinière de l'homme s'est donc raccourcie de la longueur de quatre vertèbres. En est-il de même chez les hérissons?

L'intervalle de la dure-mère aux parois du canal est vide de graisse dans l'enfant nouveau né. Le prolongement conique que forme la dure-mère est fixé au canal sacré par cinq brides filiformes de chaque côté, dont la supérieure naît de la dure-mère au niveau du bord supérieur du sacrum. Ces brides obliques en arrière et en bas, sont cachées par la graisse dans l'adulte. Cette graisse varie de consistance et de couleur avec l'âge. Chez le vieillard elle est plus rouge et moins onctueuse.

Dans les chiens, les chats, les lapins, les cochons d'Inde, les martes, les chevaux, la moelle épinière ne se termine qu'au bord antérieur du sa-

crum. D'après la capacité du canal vertébral dans le sacrum et les sept ou huit premières vertèbres caudales chez les singes à queue préhensile et tactile, comme les atèles, les alouattes, etc., il serait possible que la moelle épinière s'y prolongeât au-delà du sacrum. Ces proportions si variées de la longueur de la moelle épinière relativement au volume de l'encéphale, montrent que, pas plus chez les mammifères que chez les autres classes, il n'y a lieu d'admettre ces sortes de tarifs, par lesquels plusieurs anatomistes croyaient pourvoir mesurer l'accroissement ou le décroissement des facultés intellectuelles (1).

(1) Comme l'annonce assez le nom du professeur Rolando, sur la 13e planche de cet ouvrage, ma description des diverses parties de la moelle allongée est en partie extraite du mémoire de ce savant anatomiste, inséré, t. XXIX, des *mem. della real Acad. del. Scienz. di Torino*, et *Journ. de physiol. exp.*, t. IV.

LIVRE TROISIÈME.

DES SYSTÈMES NERVEUX LATÉRAUX

Indépendamment des nerfs du grand sympathique, je nomme systèmes nerveux latéraux la double rangée transversale de ces cordons blanchâtres, qui de l'intérieur de tous les muscles, et de presque tous les points de la surface de la peau et des sens, convergent vers les trous de la colonne vertébrale et du crâne, pour y former autant de faisceaux uniques, lesquels, par des filets blancs ordinairement isolés les uns des autres, communiquent ou se continuent avec le système cérébro-spinal. Ces filets ont été nommés mal-à-propos, racine des nerfs, terme qui suppose, contre la vérité, que les nerfs sont une production, une extraction de la moelle et du cerveau.

On va voir dans l'exposition de ce que nous avons pu découvrir sur la formation et la structure des nerfs, quels motifs nous déterminent à faire de ces organes des systèmes nerveux distincts : motifs que plus loin on verra confirmés par l'exercice de forces propres et tout-à-fait spéciales, qui résident dans les nerfs indépendamment de toute influence du cerveau et de la moelle.

Formation des systèmes nerveux latéraux.

Sans recourir à des observations directes sur les embryons, genre de recherches toujours difficile et susceptible de nombreuses inexactitudes, voici comment nous avons reconnu que les nerfs se forment indépendamment du système cérébro-spinal, et surtout qu'ils ne sont pas engendrés par lui. L'hypothèse de cet engendrement, d'abord purement spéculative, était devenue systématique dans les livres de Gall et de Spurzheim. Intervertissant l'ordre de formation naturel, ils établirent que la matière blanche du système cérébro-spinal était produite par la matière grise, quel que fût l'ordre de superposition de ces deux matières, et de plus, que les nerfs étaient aussi engendrés par cette matière grise; qu'ils étaient d'autant plus forts, qu'elle était plus abondante et qu'ils y enfonçaient de plus nombreuses, de plus profondes racines. J'ai prouvé le premier (Mém. lu à l'Inst., août 1823), d'abord que la matière grise n'engendre pas les cordons blancs de la moelle épinière, puisque dans tous les poissons et les reptiles, elle n'est formée que de matière blanche, et que là, où les deux matières y existent ensemble, par exemple, chez les mammifères et l'homme, la matière blanche existe seule pendant la première moitié de la vie du fœtus, et que toujours la matière grise se forme la

dernière, soit à la moelle, soit aux lobes mêmes du cerveau. Ce serait donc plutôt la matière blanche qui engendrerait la grise. Mais on a vu que cett double filiation est également fausse, chacune de ces matières se formant isolément à sa place. Or, les nerfs se forment en même temps que la matière blanche cérébrale. Leur formation précédant celle de la matière grise, n'en dépend donc pas; et de plus elle ne dépend pas non plus de la matière blanche, puisque dans le cas où le système cérébro-spinal tout entier ne s'est pas formé, les nerfs n'en existent pas moins. Dans mon troisième Mémoire sur le système nerveux, couronné par l'Institut en 1822, je déduisis ce fait, d'une observation rapportée par le professeur de Montpellier, Lallemand. (Thèse, n° 165. Paris, 1818, pag. 25.) Voici le précis de cette observation. Un fœtus monstrueux n'avait ni cerveau, ni moelle épinière; à la surface de la dure-mère, existaient deux rangées de tubercules blanchâtres, gros comme une tête d'épingle, répondant à chaque espace intervertébral. A ces tubercules aboutissaient les nerfs du cou, du dos et des lombes; ces nerfs étaient tendus entre la dure-mère et les trous de conjugaison. Les nerfs cérébraux étaient libres et flottants à la base du crâne. Tous ces nerfs se renflaient après leur sortie du crâne, dans leur trajet et leur épanouissement.

Enfin, l'on va voir que durant toute la vie de la

plupart des poissons, les nerfs ne sont que juxtaposés aux enveloppes du système cérébro-spinal, par l'extrémité arrondie des filets qu'on nomme racines, ou même par l'extrémité de leurs troncs ainsi arrondis, et non terminés par des racines. Toujours ces extrémités internes des nerfs, sont enveloppées d'un prolongement de leur gaine membraneuse, appelée nevrilemme, laquelle se continue avec la pie-mère; de sorte que la matière même du nerf, est isolée de celle du cerveau et de la moelle. Enfin, comme on le voit *pl.* 1 et 2, sur les raies; *pl.* XII, sur le congre, *fig.* 1 et 2, etc., cette juxta-position de l'extrémité du nerf à la surface du système cérébro-spinal, n'est pas toujours immédiate. La communication peut n'être établie que par un filet d'une matière particulière, tendu entre les deux organes, et distinct de leur substances auxquelles ce filet n'est pas continu. Bien plus enfin, l'on a vu dans l'ordre entier des pétromyzons, qu'aucun nerf en arrière du pneumo-gastrique inclusivement, n'a de communication même immédiate avec la moelle, mais se termine dans la gaine membraneuse, écartée partout de cet organe par un liquide qui en sépare les surfaces (*pl.* III, *fig.* 10). Aucune subtilité ne peut évidemment ici dériver les nerfs de la moelle épinière, où d'ailleurs il n'y a non plus ni matière blanche ni matière grise, mais une substance propre à ces animaux.

Partant d'observations microscopiques sur des

embryons encore fluides, on a été bien au-delà de la signification des faits qui viennent d'être exposés. Substituant dans la formation de l'animal une force organisante centripète à une force organisante centrifuge, on a dit, sans fixer ni les temps ni le mécanisme de l'observation, que par une véritable végétation des organes où leurs extrémités extérieures s'épanouissent, les nerfs poussaient vers le système cérébro-spinal. J'avoue n'avoir jamais pu voir rien de semblable sur l'embryon (1) humain de trois mois, sur des embryons d'âge correspondant et plus jeune encore, chez des lapins, des chiens et des cochons-d'Inde. J'ai toujours vu les nerfs formés sur toute leur longueur, depuis le trou intervertébral ou du crâne, jusqu'à leur terminaison extérieure dans les muscles, à la peau et aux sens. L'on a vu au chapitre IV, du livre précédent, comment dans les différentes classes, l'insertion superficielle du plus grand nombre des nerfs chez les poissons, devient un véritable enchâssement dans les classes supérieures et surtout dans les mammifères et l'homme. On a vu une disposition intermédiaire à l'insertion superficielle et à cet enchâssement, à cette incorporation du nerf au système cérébro-spinal, dans l'implantation, comme par soudure de la

(1) On a vu plus haut, liv. Ier, que cette force centripète de production avait été appliquée sans plus de succès au système osseux.

cinquième paire chez les raies, les squales, etc. (*pl.* I, II, III et IV).

On se souvient qu'un prolongement de l'arachnoïde, forme une double gaine à chaque filet d'insertion des nerfs, depuis la surface du système cérébro-spinal, jusqu'à la dure-mère, et qu'à partir du point de réflexion de l'arachnoïde, la dure-mère fournit au nerf une autre gaine qui l'accompagne jusqu'au trou de sortie du crâne ou des vertèbres. Sous ces deux enveloppes qui se succèdent depuis la surface de la moelle jusqu'à la sortie des nerfs, règne une autre tunique renfermant immédiatement la matière nerveuse, et continue à la pie-mère du système cérébro-spinal, excepté hors le cas des insertions pédicellées. Cette tunique se nomme *nevrilemme*. Le cul de sac qu'elle forme sur la pie-mère, se manifeste en évacuant par la pression la substance médullaire qui remplit la cavité de celle-ci. L'observation pathologique la démontre également par une préparation spontanée. Dans le cas, observé par M. Magendie (*Journ. de physiologie expériment.*) d'une conversion de la moelle épinière, en un liquide enfermé dans la pie-mère, dont le cylindre n'était pas déformé, les racines nerveuses insérées à cette pie-mère, avaient conservé leur matière médullaire intacte. Ainsi la maladie chez l'homme, produit l'état naturel de tous les nerfs spinaux des pétromyzons. C'est dans les animaux où les nerfs forment un long faisceau

vertébral, comme la baudroie, le tétrodon chez les poissons, le hérisson chez les mammifères, etc., que la structure du nevrilemme, isolé de toute autre enveloppe, et que sa continuité avec la pie-mère de la moelle, sont bien apparentes et l'on peut dire évidentes.

Mais au dehors des cavités osseuses, le nevrilemme devient beaucoup plus ferme. Il forme autour du nerf une enveloppe souvent très-épaisse, continue avec le tissu cellulaire ambiant, dont elle semble même n'être qu'une sorte de condensation très-serrée. Ce nevrilemme, dans l'entrelacement que forment les filets d'un même nerf, donne à chacun de ces filets une gaine particulière adhérente par des brides nombreuses aux gaines collatérales. Tels sont surtout les nerfs des muscles et ceux de la peau. On verra que les nerfs spéciaux des sens ont des structures différentes, et même on peut dire que dans les mammifères et les oiseaux, le nerf olfactif n'a pas de nevrilemme, et que ses filets ne sont jamais entrelacés.

Des caractères bien plus tranchés encore que ceux par lesquels les systèmes nerveux latéraux se séparent du système cérébro-spinal, distinguent de ces systèmes celui du grand sympathique. Mais nous en renvoyons l'exposé à la fin de ce livre, et au moment de traiter de ce genre de nerfs.

Chaque nerf formant dans les systèmes nerveux

latéraux un système isolé des autres sur toute sa longueur, et le nombre de ces petits systèmes particuliers étant ordinairement très-grand (il peut être de plus de trois cents) nous allons considérer à la fois non pas tous les nerfs dans une même classe, comme nous avons fait pour les parties du système cérébro-spinal; mais chaque nerf dans les quatre classes à la fois On saisira mieux de cette manière les différences qu'amène dans chaque nerf le plan nouveau d'organisation dont il fait partie, soit que l'on passe d'une classe à l'autre, soit que dans la même classe on passe d'un ordre, d'une famille ou seulement d'un genre à un autre.

CHAPITRE PREMIER.

DU NERF OLFACTIF.

Le nerf dit olfactif ou de la première paire, se distribuant dans un double organe particulier constituant les narines, nous allons d'abord donner une idée générale de cet organe.

Des narines.

Dans tous les animaux vertébrés, les narines, ou les organes de l'odorat, consistent en une expansion membraneuse, continue soit avec la peau seule-

ment, comme dans les poissons, soit avec les membranes muqueuses de la bouche, des poumons, des yeux et des oreilles, comme dans les trois autres classes. Cette membrane, toujours plus ou moins abondante en vaisseaux et en nerfs, est, à une seule exception près chez les poissons, développée aux surfaces d'une cavité plus ou moins profonde de la tête, à parois fixes et solides, et constamment ouverte au dehors, pour communiquer avec le milieu d'existence de l'animal.

Il y a trois sortes de narines, 1° celles qui sont en contact avec l'air seulement, dans les mammifères, moins les cétacés, dans les oiseaux et les reptiles; 2° celles qui sont en contact avec l'eau seulement, dans des poissons; 3° enfin celles qui sont en contact avec l'eau et avec l'air, dans les cétacés.

1°. Dans les poissons, le mécanisme des narines n'a aucun rapport avec la respiration; elles ne sont point le passage du fluide respirable. L'eau, ce fluide au milieu duquel se passe la vie du poisson, n'étant pas élastique et diffusible comme l'air, et de plus, n'étant pas animée dans leurs narines d'un mouvement alternatif d'entrée et de sortie qui renouvelle et multiplie les contacts avec tous les points des surfaces olfactives; il fallait, puisque les odeurs ne vont pas chercher le sens, que les surfaces sensitives fussent disposées de manière à plonger par le plus de points possibles dans le milieu odorant.

en occupant toutefois le moins d'espace possible. Or, la construction de la narine des poissons est merveilleusement assortie à ce but. Dans tous les poissons osseux que je connais, moins les murènes, et dans les poissons sturoniens (*ordre des esturgeons*), la cavité de la narine, à peu près hémisphérique, est traversée par des lames membraneuses rayonnantes autour d'un centre (v. *pl.* V, *fig.* 4, *pl.* VIII, *fig.* 1). Ces lames, plus ou moins minces, développent elles-mêmes par le plissement de leurs très-fines membranes, d'autres lamelles, dont la direction est en général perpendiculaire à celle des premières. On conçoit que plus ces lames sont nombreuses, larges, et feuilletées elles-mêmes sur leurs deux faces, plus l'étendue totale des surfaces sensitives est considérable. Si rapprochées que soient ces lames et ces lamelles, l'eau peut toujours passer à travers, car elles sont humectées d'un mucus qui remplit le double objet d'empêcher qu'elles n'adhèrent entre elles, et qu'elles ne soient macérées par le contact de l'eau. Ainsi, chez les animaux aériens, un autre mucus, empêche la dessication de la pituitaire par les courants d'air entrant ou sortant.

Dans les murènes et les pleuronectes (voy. *pl.* XI et XII), et chez les poissons cartilagineux, dans les squales et les raies, la figure de la narine est un demi-ellipsoïde très-allongé (voy. *pl.* II, *fig.* 1, sur la raie; *pl.* IV, *fig.* 1 et 2,

sur le squal. catulus. Deux rangées de lames sont disposées à droite et à gauche d'un axe ou cordon ligamenteux, dont le plan passe par le plus grand arc de la narine. Il est facile chez ces animaux, d'évaluer l'étendue des surfaces olfactives, en multipliant les doubles surfaces de toutes ces lames, par le nombre de ces lames elles-mêmes.

Dans les raies et les squales le mucus nasal continue de se produire abondamment après la mort pendant plusieurs jours. Si l'on maintient la préparation dans l'eau, on peut enlever deux fois par jour le mucus qui remplit les anfractuosités des lames et des lamelles; il s'en reproduit bientôt autant.

Dans le seul congre, le mucus ne se forme qu'en petite quantité, malgré l'extrême abondance du réseau vasculaire répandu sur les lames, et qui fait de leur ensemble une espèce de velours de sang et de nerf. Il est probable que cette moindre proportion de mucus tient à ce que la narine des murènes est bien mieux fermée. Car elle n'a, comme on a vu, que deux petites ouvertures terminales par lesquelles l'animal admet ou rejette l'eau à volonté, en y déterminant un courant : seul exemple jusqu'ici connu de ce mécanisme chez les poissons.

Dans les raies et les squales, on aperçoit entre les aréoles vasculaires, une innombrable quantité

de petites glandules exhalant de la mucosité. On ne voit rien de pareil chez les murènes.

Dans les raies et les squales (voy. *pl.* II), la narine est ouverte sur tout le grand diamètre de l'ovale qu'elle représente; mais les deux bords se prolongent l'un vers l'autre en forme de lèvres, dont l'antérieure déborde l'autre pour recouvrir le sillon, qui, de l'angle interne de la narine, s'étend vers la bouche. Il en résulte en cet endroit une sorte de soupape.

Dans les poissons osseux, il y a à chaque narine deux orifices séparés l'un de l'autre par une étroite languette. Peut-être l'animal a-t-il la faculté de déterminer un courant au moyen d'une espèce de valvule qui garnit l'un de ces orifices.

C'est dans ces espèces d'entonnoirs, de soupapes et de lèvres destinés à diriger, à repousser ou à retenir le véhicule des odeurs, que se rendent pour y donner le mouvement ou le toucher , les rameaux de l'ophtalmique reconnus par Scarpa ; mais ils n'y sont pas des auxiliaires ou des accessoires du nerf olfactif, comme il le pensait.

2°. Dans les mammifères, les oiseaux, et un grand nombre de reptiles, ces rameaux de l'ophtalmique se distribuent au contraire à l'intérieur du nez, et sur les surfaces olfactives mêmes. On verra l'effet de cette distribution dans le cinquième livre.

Dans tous ces animaux, excepté quelques repti-

les où les narines n'ont qu'une seule ouverture extérieure, par exemple, les caméléons, les narines sont la route principale et presque continuelle de l'air vers le poumon. L'endroit de la bouche où elles s'ouvrent en arrière varie, comme on a vu, non-seulement d'une classe à l'autre, mais même d'un genre à l'autre chez les mammifères. Dans un grand nombre de reptiles, cette ouverture se fait derrière l'intermaxillaire, dans quelques autres entre les maxillaires et les palatins, dans le plus grand nombre des mammifères entre le bord postérieur des palatins et le sphénoïde. On se souvient que dans un grand nombre de mammifères, les cochons, les bœufs, les rhinocéros, etc., les cavités nasales s'agrandissent de toute l'épaisseur des os du crâne, dont les deux tables écartées renferment d'immenses cellules communiquant avec les narines, par des ouvertures du frontal, du sphenoïde, de la caisse et du rocher. Les cellules dont ces derniers os établissent la communication avec les narines, sont les plus constantes. Leur premier aboutissant, la caisse du tympan, espèce de réservoir d'air dont on verra l'utilité dans la physiologie de l'oreille, existe aussi dans ces trois classes de vertébrés. Les narines de ces animaux sont donc en relation avec le sens de la vue et de l'ouïe, et avec le poumon. Dans tous les poissons au contraire, aucun de ces rapports n'existe, il y en a même où la narine

est si rudimentaire, qu'il est difficile de lui supposer quelque usage.

3°. Dans les cétacés, selon que le mécanisme des narines est simple ou double, leur structure est différente. S'il est double, la narine est divisée en deux étages, dont la séparation est formée en grande partie par l'extrême élargissement du cornet de Bertin; le reste est complété par des membranes. L'étage supérieur conduit aux cornets ethmoïdaux, aux surfaces desquels s'épanouit le nerf olfactif; c'est par cet étage que passe l'air. L'étage inférieur, de beaucoup plus ample, sert au passage de l'eau regorgée. Telle, j'ai le premier observé la construction de la narine des baleines. (Voy. ce mot, *Dict. class. d'hist. nat.*)

Dans les dugongs, dauphins, cachalots, etc., le cornet de Bertin n'existe pas, et l'air passe par le même canal que l'eau. Il serait trop long de décrire ici les machines à pression qui servent à la projection de l'eau dans les cétacés. (Voy. ce mot, et Évents, *ibid.*)

D'ailleurs, il n'existe dans les narines des poissons, aucun nerf ni ganglion sympathique. Or, il n'existe chez eux non plus aucune continuité de membranes de la narine avec l'œil ou avec la bouche, ni par conséquent avec les branchies. Ils manquent aussi d'appareil lacrymal et de glandes salivaires.

Ainsi la coexistence constante de deux nerfs différents, celui de la première paire et des branches de la cinquième, dans les narines de presque tous les animaux aériens, démontre que les organes de l'odorat ne sont pas tant s'en faut les mêmes au fond, que ceux qui servent au toucher ordinaire, comme on l'a tant répété. L'on voit au contraire que les premiers diffèrent des autres par quelque chose de plus que le grand développement de la partie nerveuse, que la finesse et la mollesse des membranes qui en déterminent les surfaces, puisque ainsi que l'œil, ils reçoivent à proportion de la grandeur du sens le plus grand nerf spécial qui existe dans l'organisation.

1°. *Du nerf olfactif.*

On a vu au livre précédent, que la première paire de lobes du système cérébro-spinal, avait passé jusqu'ici pour les nerfs olfactifs mêmes, malgré l'identité parfaite de structure et même la continuité immédiate de toutes les couches de ces lobes avec celles des lobes cérébraux dans la plupart des carnassiers, des ruminants, et surtout des insectivores, chez plusieurs desquels (la plupart des chauves-souris, par exemple) les lobes olfactifs sont justement les plus volumineux de l'encéphale. Quelques anatomistes cependant, surtout Josias Weitbrecht (*Comment. pétrop.*, tom. 14), avaient re-

connu que ce qu'on appelle nerfs olfactifs dans ces animaux, étaient la première paire de lobes encéphaliques. Mais tout en reconnaissant ce fait; Weitbrecht, à force de subtilité, n'essaie pas moins de dériver les nerfs olfactifs de plus loin que leurs lobes. Il veut les faire aboutir au corps striés, et pourtant il finit par convenir que ces prétendus nerfs olfactifs venus des corps striés sous l'apparence de rubans blancs très-mous, se mêlent et s'ensevelissent dans la substance corticale des lobes olfactifs, sans avoir pour prolongement les filets qui passent par les trous de l'ethmoïde et se distribuent aux narines; à quoi il ajoute que chez l'homme, il n'existe rien d'analogue au lobe olfactif des brutes, lobes qu'il désigne comme on a toujours fait depuis Galien, sous le nom de *processus*. Willis avait reconnu cette analogie, mais tout en faisant du lobe olfactif, le nerf lui-même (1).

(1) Dans l'analyse si soignée qu'en 1821 M. Cuvier a donnée de l'ouvrage de M. Serres, analyse où les variations de la glande pinéale elle-même, sont indiquées scrupuleusement, il n'est question que de deux paires de lobes ou de renflements encéphaliques, au devant du cervelet. Rien ne laisse soupçonner l'existence des lobes olfactifs. Or, en 1824, M. Serres, pag. 208 et 209, après avoir dit que la principale variation de l'encéphale des poissons osseux est produite par l'addition d'une nouvelle paire de lobes ajoutés à ceux déjà connus, continue en disant que chez les mammifères, les oiseaux et les reptiles, les hémisphères cérébraux ne se composent pas seulement de deux lobes, que chez les mammifères une paire de bulbes est ajoutée à la partie antérieure des hémisphères, que

Enfin (Anat. comp. du cerveau, tom. 1, 1824), dans un chapitre entièrement consacré au nerf olfactif, on a confondu tantôt le lobe olfactif avec le lobe cérébral, tantôt le nerf olfactif avec le lobe de ce nom, et enfin reproduisant les idées de Weitbrecht on a pris constamment pour le nerf olfactif même, le pédoncule qui unit le lobe de ce nom, soit au cerveau dans les mammifères et les reptiles, soit aux extrémités antérieures des cordons inférieurs ou pyramidaux de la moelle dans les poissons et les oiseaux. On va même jusqu'à dériver chez les poissons les nerfs olfactifs du cerveau.

Après ce résumé des idées antérieures à mes observations, et en se rappelant la détermina-

ces lobes sont énormes dans l'ambryon des chauves-souris, que chez les reptiles c'est une paire de lobes ajoutés aux hémisphères cérébraux, comme chez les mammifères, etc.

Or, dans mon 5e mémoire sur le *syst. nerv.*, lu à l'Institut, le 8 août 1822 (inséré par extrait dans le *Journ. de phys.*, d'octobre suivant), j'ai établi, comme conditions d'existence des lobes olfactifs, les différents degrés de développement du nerf du même nom: qu'en conséquence les lobes cérébraux ne sont pas les ganglions ou les lobes, c'est-à-dire, les aboutissants des nerfs olfactifs.

M. Cuvier a-t-il pu omettre dans son analyse, des déterminations devenues si importantes dans le plan actuel de l'ouvrage de M. Serres; ou bien ces déterminations n'y existaient-elles pas quand M. Cuvier en fit l'analyse ?

Quoiqu'il en soit, je suis le premier qui ait publié ces déterminations.

tion, faite dans le livre précédent, de la plus antérieure des paires de lobes de l'encéphale, on suivra mieux les correspondances constantes des nerfs olfactifs avec cette paire de lobes. Mais comme ces correspondances varient suivant l'état de ces nerfs, et comme j'ai découvert plusieurs états fort différents et également nouveaux des nerfs olfactifs chez les poissons, il faut nécessairement décrire ces différences d'état et de forme.

1°. *État tout à fait pulpeux de filets parallèles, et sans embranchement.*

Dans l'homme et tous les mammifères qui en sont pourvus, les filets du nerf olfactif nés de la matière grise seulement au pourtour inférieur et antérieur du lobe olfactif, pénètrent immédiatement dans les trous de la lame criblée de l'ethmoïde. Ils ne revêtent aucun nevrilemme, et vont directement sans se ramifier, s'épanouir dans cette partie de la membrane pituitaire qui tapisse les parties supérieures des narines. Aussi ces filets sont-ils d'une telle mollesse, qu'il est très-difficile de les démontrer par une simple dissection sans l'action préalable d'un réactif chimique. Leur nombre se mesure directement par celui des trous de la lame ethmoïdale, quoique les plus gros se divisent quelquefois en deux en sortant du trou.

Dans le cas de juxta-position du lobe à la narine

chez les oiseaux et chez les poissons, par exemple, chez les gades, les cyprins, les silures, etc., il n'existe pas de différence essentielle pour la distribution des filets nerveux; seulement ils ont plus de consistance chez les poissons.

2°. *Nerf olfactif, formant un seul tronc divisé ou non divisé en filets parallèles.*

Ces deux états qui peuvent exister quand le lobe olfactif juxta-posé à l'encéphale, est plus ou moins distant de la narine, coïncident avec tous les degrés de développement de l'appareil olfactif.

A. Dans les raies, chaque nerf olfactif constitue sur toute sa longueur un tronc unique et solide. La longueur, variable d'une espèce à l'autre, est plus grande, par exemple, dans la raie ronce (*pl.* II), que dans la raie bouclée (*pl.* I). A son extrémité nasale, les filets nerveux grossis se renflent en une sorte de croissant le long de la convexité de la narine. De la concavité de ce croissant, les filets traversent l'enveloppe fibreuse de la narine, et se propagent le long des surfaces de chaque lame de la pituitaire et des feuillets qui s'élèvent sur chaque face de ces lames.

Sauf une moindre consistance du nevrilemme, le nerf olfactif des raies ressemble assez bien au nerf optique de l'homme, pour la blancheur et la structure. Cette blancheur éclatante tranche forte-

ment sur la couleur grise du lobe olfactif, où les racines du nerf se continuent de la même manière que les pédoncules du lobe olfactif de l'homme et des singes, se propagent dans la substance grise de l'hémisphère cérébral correspondant. La longueur du nerf olfactif des raies, égale en général la longueur de tout l'encéphale. Dans leur trajet ils sont baignés par l'eau qui remplit l'intervalle du cerveau aux parois du crâne.

B. La structure en filets parallèles ayant chacun leur nevrilemme particulier, et formant un faisceau unique dans une gaine générale, ne ressemblant à aucune structure connue, sa description doit entrer ici. Je l'ai découvert sur le *cyclopterus lumpus*.

Dans ce poisson (*pl.* VIII, *fig.* 1) le nerf olfactif est un faisceau cylindrique de filets parallèles, enveloppé d'une gaine cellulaire; chaque filet est pourvu de nevrilemme. Près de l'épanouissement sur la narine, l'enveloppe cellulaire générale n'existe plus. La pulpe nerveuse n'est isolée que par le nevrilemme, qui depuis le milieu de la longueur du nerf, est aussi dur et résistant, que dans tout autre cordon nerveux. Car après huit jours de macération, ces filets supportent sans rupture d'assez forts tiraillements.

Malgré leur contact avec les nerfs optiques, les olfactifs n'y adhèrent pas comme l'a cru Pallas (*Spict. zool. fasc.* 7), qui s'est trompé bien da-

vantage en disant (*loc. cit.*) *Nervi optici et olfactorii ganglion commune quoddam efformant prorsùs uniti.* La planche VIII montre qu'ils s'insèrent, comme à l'ordinaire, en arrière et au-dessous du cerveau à l'extrémité antérieure des cordons inférieurs de la moelle.

D'après Pallas, la structure de ce nerf est identique dans le cyclopt. ventricosus. Elle l'est aussi dans l'esturgeon (*pl.* V, *fig.* 4), les pleuronectes, etc.; mais c'est dans les crocodiles que cette structure acquiert son maximum de développement. Chaque filet à son insertion au lobe olfactif, est pourvu d'un nevrilemme aussi distinct que dans le reste de son trajet. Dans la plupart des poissons osseux, le nerf olfactif forme aussi un faisceau de filets parallèles; mais le nombre de ces filets est beaucoup moindre. Par exemple, il n'y a que quatre filets à chaque nerf dans les muges. (Voy. *pl.* VI, *fig.* 4). Dans les trigles, il n'y en a qu'un seul, et il est très-pulpeux et tout entier de matière grise.

Dans les tortues, soit de mer, soit de terre, soit d'eau douce, chaque nerf olfactif d'une substance très-blanche qui se détache fortement de la couleur grise du lobe olfactif, forme un faisceau de quatre, cinq ou six filets assez gros, et dont le calibre se maintient uniforme jusqu'à la narine où ils se renflent un peu pour s'épanouir sur la con-

vexité de la voûte pituitaire. (Voy. *pl.* XI, *fig.* 2, 3 et 4).

Dans les crocodiles, un faisceau de filets assez grêles, blancs, et tous parallèles, partent du côté externe de la moitié antérieure du lobe olfactif. Les plus inférieurs de ces filets sont les plus courts; bien qu'ayant encore trois ou quatre fois la longueur du lobe. Ils s'épanouissent sur la partie postérieure du long tuyau que forme la narine. Les autres d'autant plus longs qu'ils sont plus supérieurs et les plus internes, s'épanouissent dans la partie antérieure du tuyau.

3°. *Ramification du nerf olfactif en cordons, divisés eux-mêmes en rameaux plus petits encore subdivisés.*

Cette structure qui coïncide avec une longueur du nerf plus que double de celle de l'encéphale entier, étant aussi sans analogue dans ce qu'on savait de l'anatomie des nerfs, sa description doit encore entrer complétement ici.

Dans le murena conger et les autres murènes (Voy. *pl.* XII, *fig.* 1 et 2; et *pl.* I, *fig.* 3, 4 et 5), du lobe olfactif presque égal en volume aux lobes cérébraux, partent de chaque côté deux troncs nerveux superposés dans leur trajet, et prolongés jusqu'à l'ouverture antérieure de la narine. (Car dans

ce genre, outre l'ouverture ordinaire de la narine au-devant de l'œil, il en existe une autre allongée en tube au bout du museau, et que l'on avait prise jusqu'ici pour un barbillon). Dans le premier quart de leur trajet, ces deux cordons sont grisâtres; au-delà, ils deviennent d'un rouge d'autant plus foncé, qu'on regarde plus en avant. Par leur côté externe, ils se ramifient en d'autre cordons bientôt ramifiés aux mêmes.

Les derniers filets de l'épanouissement de chaque cordon sur la narine, sont teints d'un rouge brun foncé. Ces différentes couleurs ne sont pas seulement superficielles; des coupes faites sur tous les points de la longueur du nerf, la présentent uniforme. Les rameaux et les filets restent comme on voit serrés l'un contre l'autre jusques sur la narine. En y arrivant, ils sont bridés par un anneau que forme le prolongement d'une toile celluleuse enveloppant la narine. Cette enveloppe celluleuse est elle-même recouverte d'une membrane fibreuse très-résistante. C'est sur les faces internes de cette enveloppe fibreuse, que passent les rameaux de la deuxième et de la troisième division du nerf de la cinquième paire (b^1, b^2). Aucun de ces rameaux ne fournit à la narine le *nerf accessoire* de Monro et de Scarpa. Il n'y a de filets de la cinquième paire qu'au pourtour extérieur des deux narines.

Au-delà de cet anneau, qui rétrécit un peu le diamètre du faisceau nerveux, ses filets, toujours juxta-posés, forment deux plans émanés, l'un du cordon supérieur, l'autre de l'inférieur. (Voy. *pl.* I, *fig.* 3, 4 et 5). Ces filets, à une ligne et demie du bord clos de la narine, se perdent dans la membrane fibro-muqueuse, dont je vais expliquer la structure. Tous ces filets sur la narine comme dans le faisceau longitudinal, se tiennent par un tissu filamenteux non vasculaire, et très-fin.

Un peu au-dessus du point où les cordons de chaque nerf commencent à se ramifier, un vaisseau sanguin, d'un calibre au moins égal à celui des cordons, vient se placer entre ceux-ci. Les parois de ce vaisseau sont plus épaisses qu'à l'ordinaire. Il se divise tout de suite en branches bientôt réunies, et qui se redivisent encore. (Disposition appelée *insulæ* par les anatomistes.) Cet axe vasculaire du faisceau nerveux, ne se ramifie qu'en arrivant sur la narine. Appliqué le long de la convexité de cet organe, il y fournit trois plans de rameaux, deux externes interposés entre chaque plan nerveux et la membrane fibro-muqueuse; l'autre moyen ou central, correspond au ligament qui forme l'axe de division des lames de la pituitaire. (Voy. ce ligament, *pl.* XII, *fig.* 1, et la disposition des plans de l'artère caverneuse, *pl.* I, *fig.* 1, 4 et 5).

Dans chacun de ces trois plans vasculaires, les rameaux de l'artère offrent aussi des anastomoses redivisées aussitôt. La consistance coriace des parois de cette artère, et l'entrelacement multiplié de rameaux, donne à ce vaisseau l'apparence du tissu caverneux; considération que justifie la distension par le sang qui y séjourne après la mort.

4°. *État pulpeux et canaliculé du nerf olfactif.*

Dans les squales, ces carnassiers de la mer, où le développement de l'organe de l'odorat surpasse tous les degrés ailleurs connus, le lobe olfactif creux, comme dans les insectivores, se prolonge jusqu'à la narine sous forme de tube également creux dans un trajet plus de moitié moindre que la longueur de l'encéphale. Ni sa couleur grise, ni sa mollesse, n'ont changé. En quoi ce nerf diffère beaucoup de celui des raies, et se rapproche de la structure de celui des ruminants et des carnassiers. Epanoui en croissant sur la convexité de la narine, il s'y distribue de la même manière que chez les raies (voy. *pl.* IV, *fig.* 1 et 2).

5°. *Structure semblable à celle des nerfs musculaires et cutanés de l'homme et des mammifères*, etc.

Dans ce cas où la distance du lobe à la narine, ou plutôt à l'épanouissement du nerf, égale quatre

ou cinq fois la longueur de l'encéphale, le nerf olfactif, sous la forme d'un cordon semblable aux nerfs spinaux, à la sortie du trou inter-vertébral, se divise au milieu de sa longueur, qui égale cinq à six pouces sur une baudroie de quatre pieds et demi de long, en trois rameaux qui restent juxta-posés. Le volume du nerf sur l'animal indiqué est le même que celui du nerf médian sur un enfant de dix ans. Ce nerf aboutit à un véritable tentacule ou barbillon cylindrique, long d'un pouce, tronqué à son extrémité que dépasse, d'environ deux lignes, un prolongement tubulaire de peau très-mince. Sur l'extrémité tronquée du tentacule, la peau, extrêmement amincie, est plissée en sept ou huit feuillets très-minces, parallèles et larges au plus d'une ligne. Un pouce et demi avant de s'engager dans le tentacule, les trois rameaux se réunissent. Au milieu de la longueur du tentacule les filets nerveux s'écartent de l'axe pour circonscrire une sorte d'appareil vasculaire très-serré, ou de tissu caverneux, qui se prolonge jusqu'à l'extrémité du barbillon. Les filets nerveux se continuent dans les plis qui le terminent et qui, pendant la vie, paraissent susceptibles d'érection. C'est l'organe sensitif que je connaisse, où le nerf se trouve recouvert par une aussi mince enveloppe. Par sa position et son mécanisme, n'ayant pas de support, point d'axe osseux qui le soutienne, point de muscle qui le meuve, cet

organe est un barbillon ou tentacule : c'est donc un organe de toucher.

6°. *État capillaire ou rudimentaire du nerf olfactif.*

Dans la lune de mer (*tetrodon mola*) la narine n'a pas deux lignes de longueur sur un individu de presque 2 pieds de diamètre. La peau n'y change pas de texture, et conserve l'épaisseur et la consistance coriace qu'elle a par tout le corps, c'est-à-dire, environ un demi-pouce d'épaisseur. Il n'y a pas la moindre papille ou petite lame dans l'étroite et superficielle cavité de cette narine. Le nerf olfactif arrive néanmoins jusqu'à son fond, mais sous forme d'un filet rigoureusement capillaire, et qui ne donne pas le moindre filament. Cette extrême ténuité règne uniformément sur toute sa longueur, d'environ trois ou quatre pouces, en suivant sa courbure. Il passe sous le cerveau (lobes cérébraux) sans y adhérer. Il n'y a pas la moindre trace de lobe olfactif. Sans le filament capillaire, étendu de l'extrémité de la moelle épinière à ce rudiment de narine, on ne trouverait pas de trace d'organe de l'odorat dans ces poissons.

7°. Dans les dauphins, cachalots et narvalhs, chez les mammifères; dans les caméléons, chez les reptiles; il n'y a pas de nerfs olfactifs. L'imperforation de l'ethmoïde coïncide avec cette absence du nerf

olfactif, dont je me suis directement assuré sur le marsouin.

Dans ce cas le lobe olfactif n'existe pas ; or le corps strié, à l'existence et à la proportion duquel on avait rattaché le nerf olfactif, n'est pas moindre que ne le comporte le cerveau de l'animal.

De ces différentes formes, de ces différentes structures du nerf olfactif, il résulte :

1°. Que l'état pulpeux n'est pas une condition nécessaire de l'existence et des propriétés de ce nerf, comme on le croyait d'après Sœmmering, de Blainville, etc.

2°. Que sa ténuité, eu égard à sa longueur, est d'autant plus grande, que la narine est moins développée, que les surfaces en sont moins étendues et moins muqueuses, que le lobe olfactif est plus petit ou même tout-à-fait nul.

3°. Que le nerf olfactif est susceptible de tous les degrés de développement, depuis un diamètre supérieur à celui de la moelle épinière, chez les squales, les murènes, etc., jusqu'à l'anéantissement absolu chez les dauphins.

4°. Que quand une grande longueur du nerf olfactif coïncide avec un grand développement du lobe et de la narine, une grande quantité de rameaux embranchés l'un sur l'autre, et surtout une multiplication plus grande des contacts du sang sur le nerf, par un système de vaisssaux particuliers, entrelacés avec les rameaux nerveux, compensent cette longueur.

5°. Que d'ailleurs le nerf est d'autant plus court, a un plus grand calibre et est plus pulpeux, que la narine et le lobe olfactif sont plus développés ; qu'en outre il peut alors être tubuleux.

6°. Que la structure du nerf olfactif varie plus dans les seuls poissons que dans les trois autres classes de vertébrés.

CHAPITRE II.

DU NERF OPTIQUE, DES TROIS AUTRES NERFS OCULAIRES, ET DE L'ŒIL.

L'organe de la vue, l'œil, dont les quatre nerfs qui vont être ici décrits établissent la communication avec le système cérébro-spinal, est trop généralement connu, pour que nous en donnions ici la description. Voici seulement ce que sa structure offre de plus général chez les vertébrés.

C'est un bulbe arrondi, fermé de toute part, dont les différentes zones ont des surfaces de courbure très-variée, surtout en avant. Il est formé de trois enveloppes concentriques les unes aux autres dans l'ordre suivant, et circonscrites à des solides et à des liquides transparents.

1°. L'enveloppe extérieure, qui peut avoir une texture fibreuse albuginée, cartilagineuse ou osseuse,

se nomme *sclérotique*. Elle détermine invariablement la figure de l'œil dans un assez grand nombre d'animaux. Dans les baleines, par exemple, où elle est tout-à-fait inflexible (*pl.* VII, *fig.* 7), son épaisseur surpasse la moitié du plus grand diamètre de la cavité oculaire. Elle est un peu moins épaisse, mais tout aussi inflexible dans l'esturgeon (*pl.* V, *fig.* 4), dans les raies et la plupart des squales. Dans ces deux derniers genres elle est articulée sur le fond de l'orbite par une sorte de manche ou de pédicule également cartilagineux. Dans beaucoup de poissons osseux, chez les lézards et les monitors, dans les ichtyosaures, toute la zone moyenne, quelquefois tout l'hémisphère postérieur de l'œil est formé par un anneau ou une calotte de pièces osseuses, dont le nombre est fixe pour chaque espèce ou chaque genre.

La sclérotique paraît tronquée en avant pour l'encadrement de la *cornée transparente*, laquelle représente parfaitement le verre d'une montre.

2°. Toute la concavité de la sclérotique, jusques près du limbe de la cornée, est tapissée par la *choroïde*, membrane que forme un réseau très-fin de vaisseaux artériels et veineux. A la surface interne de cette membrane se dépose un enduit de couleur très-variable d'un animal à l'autre, ou même d'une zone, ou d'un segment à un autre, dans le même œil. A partir de la zone qui touche au limbe de la cornée,

la choroïde se réfléchit perpendiculairement à l'axe antéro-postérieur de l'œil, et forme cette cloison nommée *iris*, dont l'ouverture centrale d'une forme très-variée suivant les animaux s'appelle la *pupille*.

3°. La concavité de la choroïde est tapissée par la *rétine*, membrane nerveuse, mais qui n'est point un prolongement, une production du nerf optique, puisque l'œil existe complet dans des cas de monstruosités où il n'y a pas le moindre vestige de nerf optique.

4°. L'espace que circonscrit la rétine en arrière et l'iris en avant, est occupé par un corps diaphane comme le cristal, et que l'on nomme, à cause de cela, *corps vitré*. La matière diaphane est contenue dans les alvéoles d'un réseau membraneux, d'une ténuité extrême, mais pourtant assez résistant, et dont la transparence égale celle de cette matière.

5°. Le corps vitré offre antérieurement une dépression plus ou moins profonde, où se trouve enchassé le *cristallin*, sorte de lentille composée d'un grand nombre de calottes superposées et formées elles-mêmes de fibres parallèles entre elles, comme les méridiens d'une sphère. Les points d'intersection de ces fibres sont sur le prolongement de l'axe de vision.

6°. L'espace en forme de menisque, compris en-

tre l'iris et la face libre du cristallin, s'appelle *chambre postérieure.*

7°. L'intervalle de l'iris à la cornée s'appelle *chambre antérieure.*

Ces deux chambres sont remplies par un liquide nommé *humeur aqueuse.*

De ces trois enveloppes membraneuses, et de ces deux solides diaphanes, il ne subsiste plus dans l'œil, moins gros qu'un grain de pavot, des taupes, des chrysochlores, des zemni et des spalax, qu'une enveloppe unique d'apparence fibreuse, et dont la cavité ne contient qu'une petite masse de matière noire. Déjà nous avons dit que dans des cas de monstruosités, l'œil complet existait sans vestiges de nerf optique. Ici non-seulement il n'y a point de nerf optique, mais il n'y a non plus la moindre apparence ni de rétine, ni de corps vitré, ni de cristallin. Dans le zemni et le spalax (Pallas, *nov. spec. quadr.*, pag. 154 à 172; et Guldœnstædt, in *nov. comm. petrop.*, t. XIV, pars. prior.), non-seulement la peau n'est pas fendue devant ce vestige d'œil, mais elle y est doublée par le muscle peaucier, comme sur le reste de la face. Aussi, comme l'observe Guldœnstœdt, ne se rend-il à ce vestige d'œil aucun muscle; par conséquent aussi, n'existe-t-il aucun des nerfs qui servent ailleurs à l'excitation de ces muscles.

L'intérieur du globe de l'œil communique avec

le cerveau par un nerf principal, appelé *optique*. Quelques filets de la cinquième et de la troisième paires, y pénètrent aussi, dans les oiseaux et les mammifères. Mais, dans un grand nombre de poissons et de reptiles, la communication n'a lieu que par le premier de ces nerfs. Deux autres paires de nerfs, qu'on peut aussi appeler oculaires, la quatrième et la sixième, ainsi que le plus grand nombre des filets de la troisième, soumettent seulement les muscles de l'œil à l'influence du cerveau.

C'est du nerf optique et de la membrane nerveuse appelée rétine, tapissant la concavité de l'œil où elle reçoit les images réfléchies des objets, et le contact direct de la lumière, que nous allons traiter d'abord.

§ I.

Du nerf optique.

Pour peu qu'on ait de notions d'optique, on sait combien les moindres changements dans la densité, la transparence, l'état de repos ou de mouvement général ou partiel des milieux diaphanes; combien la fixité ou la variation de courbure des surfaces qui terminent ces milieux, influent sur la transmission, la réfraction, la réflexion, la décomposition et la polarisation de la lumière. On conçoit alors qu'un œil, ou, ce qui

est la même chose, un instrument combiné pour voir dans un milieu d'une constitution donnée, n'est pas propre à voir dans un milieu différent, ou du moins à y voir avec la même netteté. On conçoit donc combien doit varier la structure de toutes les parties de l'œil des animaux vertébrés, dont les espèces vivent éparses chacune dans des milieux où sont réalisés, dans toutes les combinaisons possibles, ces états ou ces conditions divers des milieux transparents, à travers desquels la lumière doit lès affecter.

Les observations dans le but de déterminer ces variations de l'œil, n'avaient encore eu pour objet que la courbure et la densité de ses milieux transparents, dans un assez petit nombre d'espèces des quatre classes de vertébrés. On n'avait pas encore recherché les modifications que subissent par les mêmes causes la structure et le mécanisme des parties nerveuses ou sensibles de l'œil. On doit donc s'attendre à trouver ici encore plus de variation et de nouveauté que dans la structure et le mécanisme du nerf olfactif.

On savait (Cuv., lec. d'anat., t. II, p. 198) que le nerf optique des gros animaux est partagé intérieurement par son nevrilemme en un grand nombre de canaux longitudinaux, qui contiennent la substance médullaire; que ces filets nerveux sont beaucoup mieux séparés dans les nerfs optiques des poissons; qu'ils sont ordinairement aplatis comme

les autres nerfs; et qu'ils paraissent quelquefois formés par une lame médullaire très-mince, plissée plusieurs fois sur elle-même, et contractée en forme de cordon. L'on citait notamment comme exemples, la morue et l'espadon.

J'observe d'abord que le plissement n'existe pas dans la morue. Ensuite on n'avait pas remarqué que ce plissement est un fait très-général parmi les poissons, qu'il est lié à d'autres faits d'organisation aussi très-généraux, soit dans cette classe, soit ailleurs, et que la combinaison de tous ces faits constitue plusieurs états de l'œil, lesquels sont toujours dans un rapport constant avec le degré d'énergie optique des différents animaux, et avec les différences de nature et de densité de leurs milieux d'existence.

Le sujet dont je vais traiter est donc entièrement neuf, et, comme on va voir, encore plus diversifié dans ses formes que le précédent.

Parlons d'abord des différences de structure que présente le nerf optique dans les quatre classes de vertébrés.

1°. *Des nerfs optiques et des rétines plissées.*

Dans les spares, les scorpènes, les clupés, les muges, les scombéroïdes, les zeus, les trigles, les belones, les trachinus, les exocetus et les tétrodons, le nerf optique est formé par une membrane mince

et plissée sur elle-même comme la feuille d'un éventail fermé. Vu à travers la transparence de sa gaine nevrilemmatique non adhérente, dans laquelle on peut imprimer, soit en totalité, soit partiellement à ses plis, un léger déplacement, l'un sur l'autre, le nerf optique offre à sa surface des lignes alternativement grises et blanches. Cette apparence résulte des ombres projetées parallèlement aux bords des plis et dans leur intervalle; illusion qui a pu long-temps tromper sur la véritable structure du nerf. C'est ce qui arriva encore en 1822 à un observateur d'ailleurs habile, le docteur Sommé, d'Anvers, dans un Mémoire adressé à l'Institut, et où il a cru que le nerf était un faisceau de filets alternativement gris et blancs. Je ne mentionnerais pas cette illusion si elle ne montrait que l'on n'a droit de compter sur l'exactitude de ses observations, qu'en les mettant à l'épreuve de plus d'un genre de recherche et de vérification.

La membrane du nerf optique, ainsi plissée, n'a point partout une épaisseur uniforme, à cause de la compression concentrique de la gaine, qui détermine sa forme cylindrique. Quand un tronçon pris entre deux sections est déplissé et étendu sur un même plan, les bandes qui répondaient aux espaces interceptés par les plis, sont séparées parallèlement par des interlignements plus minces et correspondant aux bords mêmes de ces plis. Tout le long de ces interlignements il n'y a que

peu ou point de matière médullaire, suivant les espèces, et le nevrilemme particulier de la lame nerveuse s'y trouve presque adossé à lui-même. Ce nevrilemme ne doit pas être confondu avec celui de la gaîne cylindrique. Ainsi déplissé, le nerf optique offre, une membrane nerveuse partout homogène, d'autant plus large, relativement au calibre du nerf, que la membrane est plus fine et ses plis plus nombreux. Dans la vive, par exemple, où le diamètre du nerf est d'environ une ligne, il n'y a pas moins de neuf ou dix plis, ce qui, en doublant la largeur pour chaque pli, donne dix-huit ou vingt lignes de largeur à la lame plissée, et trois cent vingt-huit à quatre cents lignes carrées de surface, en prenant la somme des deux faces de la membrane qui est aussi longue que large (voy. *pl.* IX, *fig.* 4, et *pl.* VI, *fig.* 4, sur le mugil céphalus).

Ce plissement existe sur toute la longueur du nerf, depuis la rétine jusqu'à l'appareil de lames médullaires développé dans la cavité du lobe optique. Dans les zeus, les muges, les scorpènes, etc., le déplissement du nerf s'opère facilement dans la partie crânienne de sa longueur, là où il n'existe encore aucun nevrilemme. Le faisceau de ces plis contourne la rainure ou gorge qui sépare les lobes optiques de leurs renflements inférieurs, et les plis se continuent distinctement avec les lames de l'appareil intérieur dans les zeus, les muges,

etc. (Voyez la description de cet appareil lamelleux, liv. IIe.)

De ce que le plissement existe dans la partie crânienne du nerf, là où la matière médullaire est à nu, il suit que dans le reste de son trajet, cette structure ne dépend pas de l'interposition du nevrilemme. Expliquer le plissement par cette interposition, c'est s'imposer la nécessité d'une explication mécanique du même genre pour toutes ces structures, encore plus délicates de la rétine et des feuillets de l'intérieur du lobe optique, où quelque soit les formes les plus délicates qu'elle affecte, la matière médullaire est à nu, et n'a aucun support ni appui étranger à sa propre substance.

La gaine extérieure du nerf commence à la dure-mère et se continue par son autre extrémité avec la surface interne de la sclérotique, de sorte qu'en la fendant sur toute sa longueur, on peut voir la continuité des fibres du nerf optique depuis l'intérieur de son lobe jusqu'à la rétine. Aucun vaisseau n'est apparent à la surface de la membrane optique sur toute son étendue. J'ignore si l'injection y en démontrerait.

Dans les oiseaux à vue perçante, soit de loin à travers de grandes épaisseurs verticales ou obliques de l'atmosphère, comme les falco, soit de près, à travers des milieux différemment réfringents, comme les alcedo (martins-pêcheurs), les ardea, etc., le nerf optique est aussi une membrane plissée, mais

d'après un autre mécanisme. L'une des faces de la membrane a une projection uniforme, l'autre face au contraire est plissée, de manière que les lames qui en résultent intéressent seulement le feuillet correspondant de la membrane optique. Ces lames, lorsque l'on a développé un tronçon pris entre deux sections, sont toutes perpendiculaires à la lame opposée qui les bride comme le dos d'un livre bride ses feuillets. Les prolongemens latéraux de la grande lame représentent les deux battants de la couverture d'un livre, et les lames ou plis intérieurs en représentent les feuillets (Voy. *pl.* IX, *fig.* 6, la coupe du nerf optique de l'*ardea dubia. Gmel.*, cigogne à marabou). Dans les falco, surtout dans l'aigle royal, les plis sont bien plus nombreux et leur largeur est plus grande et plus constante que dans les espèces du genre ardea. J'en ai compté au-delà de vingt dans l'aigle royal, il y en a douze ou quinze dans le milan, le balbusard, la buse, les alcedo, etc. Ces plis n'existent dans les oiseaux qu'entre la rétine et l'entrecroisement. Dans l'aigle pêcheur et dans le vautour fauve de nos forêts, la largeur des lames est d'environ deux lignes, doublant la largeur pour chaque pli, et multipliant par douze, nombre que j'ai trouvé constant, on obtient ainsi pour les surfaces interceptées au moins quatre pouces de largeur, à quoi l'on doit ajouter environ

un pouce pour l'étendue du côté lisse de la membrane optique.

Comme l'on peut mesurer les inégalités des plis là où leur largeur est variable, on voit que l'on peut toujours obtenir des mesures parfaitement exactes.

Dans ceux des poissons et des oiseaux, où les surfaces des plis sont adhérentes entre elles, l'ensemble du faisceau cylindrique qu'elles constituent n'adhère pas lui-même avec sa gaine nevrilemmatique. Ces adhérences des plis ne consistent pas dans la soudure des surfaces. Elles résultent de très-fines inter-sections plus ou moins nombreuses, formées par des filaments blancs qui se portent d'une surface à l'autre. Quand on a fendu la gaine, en l'écartant à droite et à gauche, on observe facilement sur un côté de la longueur du nerf un ou plusieurs joints séparant les bords des lames ou plis. On introduit aisément un manche de scalpel dans ces joints, et alors en continuant d'écarter on déchire ces filaments dont la somme des insertions n'est pas le centième des surfaces qui se développent alors en liberté. Par le même procédé on trouve facilement les intervalles des plis plus intérieurs, et en les écartant on obtient des proportions telles que le montre la coupe du nerf optique de la cigogne à marabou (*pl.* IX, *fig.* 6).

Dans le cas de ces adhérences, ou plutôt de ces

brides filamenteuses qui maintiennent en contact les surfaces contiguës, les plis sont constamment moins larges et moins nombreux. C'est ce qu'on voit dans le milan et la buse chez les falco, le marabou chez les ardea, les squales chez les poissons. La membrane optique n'est pliée que sur trois plis dans le squal. cat. et le squal. gryseus.

Dans toutes les espèces d'oiseaux et de poissons où les plis du nerf optique n'ont pas de brides filamenteuses pour empêcher le jeu des surfaces contiguës, tout le pourtour de la rétine est plissé sur lui-même de manière que les bords des plis, couchés l'un sur l'autre, représentent les méridiens d'une sphère. Mais le centre d'où divergent ces plis, ou, ce qui est la même chose, le point ou la ligne d'insertion du nerf optique à la rétine, est toujours plus ou moins distant du pôle de la sphère de l'œil. Cette déclinaison avait déjà fixé l'attention de Willis; Haller l'a également observé depuis. (*Él. physiol.*, tome IV, page 201.) Nous reviendrons plus loin sur cette particularité de la structure de l'œil.

Il résulte de ce plissement de la rétine que l'étendue des surfaces interceptée par les plis, répond à une sphère nécessairement supérieure à celle de l'œil auquel la rétine appartient. Cet excès est d'autant plus grand que les plis se recouvrent sur plus de largeur, et qu'ils sont plus nombreux. On pourrait croire d'abord qu'il serait

aisé de mesurer directement le véritable contour de ces plis, en coupant une zône circulaire de la rétine, et la développant dans l'eau. Mais ce procédé n'est pas praticable; voici pourquoi. Lorsqu'une rétine plissée n'est plus tendue sur le corps vitré, à l'instant en vertu de l'élasticité de cette membrane tous ses arcs se raccourcissent, de sorte que le nombre et la largeur de ses plis diminuent. Ce phénomène s'observe bien moins dans les poissons que dans les oiseaux. C'est surtout chez les diverses espèces du genre falco que cette élasticité est énergique. Mais comme à travers la transpareuce parfaite du corps vitré l'on peut très-aisément comptre le nombre des plis sur un œil dont on a enlevé le segment antérieur à l'iris; et comme sur l'autre œil du même animal, en enlevant seulement un segment postérieur de la sclérotique et de la choroïde, on peut sur la rétine ainsi maintenue en position prendre la largeur d'autant de plis que l'on veut, il n'y a plus qu'à multiplier le nombre de ces plis par deux fois leur largeur, pour avoir leur vrai contour, c'est à dire le rapport de la sphère à laquelle répond l'étendue de la rétine plissée avec la sphère de lœil, où cette rétine est inscrite (voy., pour la figure du plissement de la rétine, la *fig.* 4 de la *pl.* VI, d'après le mugil céphalus). Ce plissement a son maximum de largeur et de nombre parmi les poissons, que j'ai pu

examiner, dans le zeus faber. Viennent ensuite le thon, les autres scombres, le mugil, etc. Il y a un rapport constant chez les poissons entre l'amplitude du plissement du nerf optique d'une part, et d'autre part, celui de la rétine et des lames ou feuillets de la cavité du lobe optique. Je présume que la scorpène rascasse, et les autres espèces de ce genre, qui ont le nerf optique plissé, ont aussi, d'après ce que montrent les spares, les trigles, les trachinus, des rétines aussi développées que ces derniers poissons.

Chez les oiseaux le maximum de largeur existe dans les aigles, vautours, faucons, martins-pêcheurs, etc.

Lorsque les plis du nerf optique sont plus ou moins bridés par les intersections filamenteuses, la rétine n'est pas plissée, elle est aussi parfaitement lisse et tendue que dans l'homme et les autres mammifères. Tels sont, la cigogne marabou chez les oiseaux; les squales, les tétrodons, les clupes, chez les poissons.

L'on voit que malgré ces rapports de proportion du nombre, de l'étendue, et de la liberté des plis du nerf optique, avec l'amplitude du plissement de la rétine, l'un de ces mécanismes ne nécessite pas l'autre, puisque les plis manquent tout-à-fait à la rétine dans les cas précités.

Réciproquement, la rétine peut être plissée, ou au moins assez fortement froncée, pour que l'é-

tendue de ses surfaces soit presque doublée par des rides dont le plan est alors à peu près vertical, sans que cependant le nerf optique offre le moindre plissement. Ainsi, dans le courlis d'Europe (*scolopax arcuata*), la rétine légèrement froncée, offre à tout son pourtour des rides irrégulières, dont quelques-unes divergent du nerf optique au limbe. La plupart n'occupent qu'une partie de cet arc. Leur direction n'est pas rectiligne.

Chez le petit plongeon (*colymbus minor*), la rétine lisse dans un segment du quart à peu près du globe de l'œil, est dans tout le reste de son pourtour, fortement froncée en plis très-rapprochés, mais perpendiculaires par leur plan à la surface sphérique. Ces rides curvilignes et obliques entre les méridiens et l'équateur de la sphère, ont près d'une ligne de large. Leur déploiement doublerait bien l'étendue sphérique du segment où elles se trouvent.

Or, dans ces deux espèces de genres si différents pour l'organisation et le genre de vie, les nerfs optiques examinés à l'œil nu ou à la loupe, sur des taupes, transversales, obliques, longitudinales, ne montrent qu'une pulpe homogène, sans la moindre apparence de lames, ou même de filets. Mais alors même le nerf optique est libre et sans adhérence, dans une gaine transparente.

Dans la corneille freux, le nerf optique a plus d'une ligne de diamètre. Mais c'est une pulpe ho-

mogène, renfermée dans une gaine non adhérente. La rétine, dans un espace d'environ deux lignes et demie de diamètre et correspondant à l'axe de la vision, est plissée par des plis divergents. A partir du centre, aucun pli ne s'étend dans la partie de l'œil postérieure au plan passant par le peigne. Dans la corneille mantelée, il n y a que quelques rides au plus d'une ligne de long au bas du peigne. Le nerf optique est un peu moindre que dans le freux. L'œil de ces oiseaux est sphérique, et la cornée n'y est point portée sur un prolongement conique ou cylindrique.

Ces états particuliers de la rétine et du nerf optique, n'ont donc entre eux que des rapports de coïncidence, et non de dépendance. Il en est de même des plissements et feuilletements intérieurs des lobes optiques. Ces derniers appareils n'existent jamais dans les oiseaux.

La coordination de ces différents états entre eux, et avec d'autres mécanismes, qui vont être décrits, sera exposée plus loin.

2°. *Nerfs optiques, sans plis ou fibres apparentes, et rétines tout à fait lisses.*

Dans les batraciens et les ophidiens (serpents) chez les reptiles, dans tous les mammifères à appareil optique peu développé, comme le hérisson, l'ours, les cochons, etc., dans les gallina-

cés, et les différentes espèces du grand genre des canards, chez les oiseaux; dans les pleuronectes, les murènes, les raies, les esturgeons, les gades, les silures, etc., chez les poissons, la longueur du nerf optique excède plusieurs fois le diamètre de l'œil, et son propre calibre est d'autant plus petit, que sa longueur est plus grande. Et plus ces deux conditions dominent, plus l'épaisseur du nevrilemme croît par rapport au diamètre du nerf, et plus petite est par conséquent la quantité de matière médullaire qu'il contient. L'esturgeon chez les poissons cartilagineux, les silures et les murènes chez les poissons osseux, offrent le degré extrême de cet état rudimentaire du nerf. Dans l'esturgeon, par exemple (voir *pl.* V, *fig.* 4) la longueur du nerf excède plus de cinq diamètres de l'œil, et cet excès est au moins double, si le rapport est établi avec le diamètre de la cavité oculaire. Ce diamètre du nerf sur un esturgeon de quatre pieds de long, n'a pas trois quarts de ligne, et le filet de matière médullaire, qui n'est pour ainsi dire qu'un axe géométrique, n'a pas le quart de ce diamètre. Ce filet est tout-à-fait capillaire. On voit donc quelle est l'épaisseur relative du nevrilemme.

Dans le hérisson, animal nocturne et presque souterrain, la longueur du nerf optique a au moins trois fois le diamètre de l'œil, et n'a pas un quart de ligne de diamètre sur l'animal adulte. Dans

l'ours, animal de mœurs et de tempérament à-peu-près semblables, et. comme le hérisson, assujetti à un sommeil hivernal, la longueur du nerf optique excède quatre diamètres de l'œil, et ce diamètre n'est que de sept ou huit lignes sur l'animal adulte. J'ai pris ces mesures sur un grand ours brun des Ardennes ; elles sont sensiblement égales sur l'ours noir d'Amérique. Or, l'excès relatif d'épaisseur du nevrilemme par rapport à la quantité de matière médullaire qu'il contient, est à peu près la même que dans les poissons précités.

Dans les tortues terrestres, la longueur du nerf optique excède trois diamètres de l'œil; et sur un individu de l'espèce des Indes mort à la ménagerie et long de deux pieds, le diamètre de l'œil n'est que de trois lignes et demie, et celui du nerf n'a pas une demi-ligne. La proportion de sa longueur doit être évaluée d'après les grandeurs de cette espèce et de la tortue grecque.

Enfin, dans les ammocètes, chez les poissons, dans les taupes, les rats taupes, la chrysochlore, chez les mammifères, il n'existe pas du tout de nerf optique, malgré la présence d'un bulbe rudimentaire de l'œil. Mais on sait d'ailleurs, par beaucoup d'exemples d'anatomie pathologique, que dans les monstruosités par défaut de formation l'œil peut exister sans le nerf optique, et à plus forte raison sans l'appareil encéphalique.

Ce défaut de nerf et d'organe extérieur, repro-

duit, pour le sens de la vue, ce que nous avons déjà vu pour celui de l'odorat dans les tétrodons chez les poissons, et dans les dauphins chez les mammifères.

Dans le cas d'état ainsi rudimentaire du nerf optique chez les poissons, il existe entre le nevrilemme et la matière médullaire, un prolongement de la choroïde, ou du moins une couche cylindrique, de la substance qui forme l'enduit noir de la choroïde. Ce prolongement existe sur toute la longueur du nerf dans la lamproie (*pl.* VI, *fig.* 1), sur les trois quarts extérieurs de cette longueur dans les raies (*pl.* I, *fig.* 1) sur l'extrémité oculaire, seulement dans l'esturgeon (*pl.* V, *fig.* 40) et dans la carpe.

Dans l'esturgeon, le nerf optique ne se termine pas à l'orifice antérieur du trou de la sclérotique, comme dans les autres animaux que j'ai examinés. Parvenu dans la chambre de l'œil, le nerf se réfléchit en bas, entre la choroïde et la rétine, et se dirige vers l'iris, en parcourant les deux tiers de l'arc qui mesure la distance du limbe au trou de la sclérotique. Durant ce trajet, il s'endurcit encore, n'a plus de nevrilemme apparent, mais reste enveloppé de la matière noire qui semble ici le constituer presqu'entièrement. Car le filet de matière blanche médullaire, est presque imperceptible sur un esturgeon de deux pieds de long. L'extrémité du nerf terminé au point de l'arc dont j'ai parlé, s'y

insère comme à l'ordinaire, c'est-à-dire, par juxtaposition à une rétine plissée, plus épaisse que dans les autres poissons, mais dont les plis ne divergent pas à partir du point d'insertion du nerf. Ces plis sont disposés à droite et à gauche d'un sillon sur la longueur de l'arc compris entre le trou de la sclérotique et l'iris. Il n'y a aucune adhérence du nerf à cette rétine, dans tout son trajet entre elle et la choroïde. C'est à tort que Tréviranus a dit le contraire. Cette rétine, d'ailleurs, ne tapisse que la moitié inférieure de la chambre de l'œil.

Dans tous les poissons, oiseaux et reptiles, le volume du lobe optique décroît comme le diamètre de l'œil et du nerf optique décroît lui-même, et comme augmente la longueur du nerf, ou, ce qui est la même chose, la distance de l'œil à son appareil encéphalique.

Néanmoins, le décroissement des lobes optiques s'arrête à une certaine limite. Car dans la taupe chez les mammifères, l'amphisbène chez les reptiles, les lobes optiques ou tubercules quadrijumeaux, ne sont pas anéantis, et conservent même la moitié ou le quart de la proportion qui coïnciderait avec des nerfs optiques au maximum, nonobstant l'absence de ce nerf.

Réciproquement dans les oiseaux, reptiles et poissons, les lobes optiques sont d'autant plus volumineux, leur cavité est d'autant plus ample, que l'œil et le nerf optique ont plus de diamètre, et

que la distance de l'œil au lobe optique est plus courte. Dans les poissons en particulier, les feuillets, dont la contiguité forme les parois des lobes optiques, sont d'autant mieux distincts et séparés, le feuillet interne par ses cannelures ou plissements, développe d'autant plus de surfaces, surtout à la base de la cavité, là où ce feuillet est continu avec la membrane du nerf optique, que ce nerf est plus court, que sa membrane a plus d'étendue, est pliée sur des plis plus larges et plus nombreux, et que le même mécanisme est plus parfait dans la rétine. La grandeur relative du diamètre de l'œil, les plissements simaltanés ou séparés du feuillet interne des lobes optiques, de la membrane du nerf, et de la rétine, le volume des lobes et l'amplitude de leur cavité; la brièveté et le plus grand diamètre du nerf, sont donc autant d'éléments de la vision.

3°. *Nerf optique formé par un faisceau de filets parallèles non adhérents entre eux.*

Dans le cyclopterus lumpus, la structure du nerf optique est toute aussi nouvelle que celle que l'on vient de voir résulter de son plissement. Mais elle en diffère au moins autant que celle-ci diffère elle-même des autres structures connues.

En examinant tout le système en position par sa face inférieure, comme le représente la *fig.* 1 de la *pl.* VIII, la glande pituitaire recouvre le point d'inser-

tion des nerfs optiques, et empêche de reconnaître s'ils sont ou non croisés. En soulevant ou en enlevant cette glande, on voit qu'il n'y a pas plus de croisement que dans les raies et les squales. Mais ce qu'il y a de plus extraordinaire (voy. *pl.* IX, *fig.* 3), c'est que chaque nerf ne se termine pas par continuité de substance avec la partie correspondante de la moelle. La gaine nevrilemmatique, d'un côté se continue avec celle de l'autre, de sorte que l'extrémité cérébrale des filets nerveux contenus dans cette gaine, n'a pas même de contact avec la moelle. Bien plus, chaque nerf résulte d'un faisceau de filets parallèles fort nombreux (au moins de vingt-cinq ou trente), pourvus chacun d'une sorte de nevrilemme, et qui adhèrent par leur extrémité cérébrale, à l'extrémité du filet correspondant. L'adhérence de chaque paire de filets est telle qu'après trois jours de macération, ils ne se rompaient par des tiraillements assez forts, que sur tout autre point de leur longueur. Il en résulte que les deux nerfs optiques forment réellement un seul système de filets parallèles, rectilignes, avec une nodosité ou léger étranglement de chaque paire de filets, au point de contact sur la ligne médiane. La gaine nevrilemmatique générale du nerf, n'adhère à l'échancrure de la moelle, au-devant de la base des lobes optiques, que par un tissu cellulaire très-fin. La séparation des surfaces juxta-posées, se fait par le moindre effort sans aucune perte de

substance même du côté de la moelle, qui paraît alors grenue ou piquetée d'une manière uniforme. A partir même du point de jonction, chaque filet nerveux avec son nevrilemme propre, est aussi distinct que dans le reste de son trajet. Ces filets du nerf optique ont une solidité bien plus grande que ceux de l'olfactif. Car après avoir enlevé la presque totalité du faisceau, et n'avoir conservé en position que trois ou quatre paires de filets de la convexité de l'arc que représentent les deux nerfs, je ne pus encore les rompre qu'avec un certain effort, et encore la rupture, comme je l'ai déjà dit, n'arrivait pas au point de rencontre des filets.

Tous ces filets sont visibles et mobiles l'un sur l'autre à travers la gaine cylindrique du nevrilemme qui les enveloppe. Ce nevrilemme ne se continue pas avec la sclérotique, comme cela arrive gégéralément, mais après avoir pénétré avec le nerf par le trou de la sclérotique, se confond avec la membrane résistante, qui recouvre l'anneau vasculaire de la glande choroïdienne, et s'interpose ensuite entre la choroïde et la sclérotique (voyez *pl.* VIII, *fig.* 1). De sorte que l'œil a ici une enveloppe surnuméraire.

Le nerf optique n'est donc dans le cycloptère que juxta-posé à la moelle, par l'intermédiaire du nevrilemme, sans continuité de la matière médullaire; et de plus, les nerfs ne sont pas croisés, comme il arrive dans la grande pluralité des poissons os-

seux, auxquels le cycloptère appartient d'ailleurs par le reste de son organisation.

L'on voit combien, eu égard au volume du cylindre que représente l'enveloppe générale du nevrilemme extérieur, l'étendue des surfaces est multipliée par la somme des surfaces, de vingt-cinq ou trente filets parallèles, disposés en un seul faisceau.

J'ouvris trop tard l'œil de l'unique individu que j'aie pu me procurer, pour déterminer l'état de la rétine. Mais cette structure du nerf implique bien que la rétine n'en est pas un prolongement. Car le faisceau des filets se termine par une troncature nette, sur laquelle se voient les extrémités de chaque filet.

4°. *Différences dans le genre, le lieu et le nombre des communications du nerf optique avec le cerveau.*

Il faut maintenant considérer que ces nerfs optiques de structure si diverse, n'aboutissent pas tous au même point du cerveau, et que non-seulement d'une classe à l'autre, mais dans la même classe d'un ordre ou d'une famille à l'autre, cette terminaison varie pour le mode, le nombre et le lieu de l'insertion ou de la continuité.

Ainsi, dans l'homme et les mammifères voisins, le nerf optique s'insère à trois parties encéphaliques différentes, par autant de faisceaux de fibres.

Par conséquent toutes ces fibres n'ont ni la même origine, ni la même longueur. 1° Les plus courtes s'insèrent à la substance grise de la base du tuber cinéreum ou pédicule de la glande pituitaire. Gall a très-bien observé que ces filets règnent sur la face supérieure du nerf, et se rendent à l'œil du même côté, sans s'entrecroiser comme la plupart de ceux des origines suivantes; cette disposition avait été bien représenté, *pl.* I, *fig.* 2, du mémoire d'Ebel, sur l'anatomie comparée du cerveau. (*In script. nevrol. min.*). 2° Les fibres de longueur intermédiaire s'insèrent sur le bord postérieur des couches optiques, à une petite masse de substance grise, appelée corps géniculé externe. 3° Les plus longues se terminent par des fibres dont le faisceau, aplati, forme une espèce de ruban sur la paire antérieure des tubercules quadri-jumeaux. 4° Enfin, dans les *félis,* les ruminants, etc., un faisceau très-gros, surtout chez les premiers, diverge en dehors et se prolonge dans l'hémisphère cérébral avec les fibres de son pédoncule.

Dans les félis les deux origines, aux tubercules quadri-jumeaux et aux couches optiques, sont à peu près égales pour la somme de leurs fibres.

Dans les rongeurs les fibres de la couche optique sont en minorité; presque toutes se rendent aux lobes optiques ou tubercules quadri-jumeaux.

Dans les oiseaux, les reptiles, et les poissons, il n'y a pas une seule fibre qui s'insère ailleurs qu'au

lobe optique, et à son renflement inférieur ou lobe mamillaire. Or, cette insertion, ainsi que l'on doit s'en souvenir, a lieu par continuité de substance pour ce nerf comme pour l'olfactif.

L'on verra à la physiologie de l'œil les effets de cette unité, ou de cette pluralité des points d'insertion ou de terminaison des fibres du nerf optique.

Dans tous les mammifères il y a entrelacement des deux longs faisceaux de fibres optiques, de sorte que ceux de gauche passent à droite, et réciproquement, comme dans une tresse à quatre cordons.

Dans les oiseaux et les reptiles, la dissection ne peut démontrer ni entrelacement des fibres, ni entrecroisement des nerfs. Seulement, comme les deux nerfs entrent dans le crâne par un trou unique, ils sont juxta-posés, et se confondent par leur côté interne. L'expérience seule, comme on verra au livre cinquième, prouve que les fibres d'un nerf se rendent au lobe optique opposé. (Voir *pl.* XI, *fig.* 2, sur la face inférieure de l'encéphale de la tortue européenne.)

Dans les poissons osseux et les esturgeons les nerfs optiques se croisent en passant l'un sur l'autre, en dehors du crâne, le plus souvent sans se toucher, mais toujours sans confondre leurs enveloppes, et à plus forte raison leurs fibres.

Dans les raies et les squales il n'y a pas de croi-

sement ; chaque nerf se termine au lobe de son côté. Dans le cycloptère, il n'y a que juxta-position de l'anse des deux nerfs optiques, avec une échancrure qui se trouve au-devant de la base des lobes optiques. (Voy. *pl.* IX, *fig.* 3.)

Dans les oiseaux, aucune fibre du nerf optique ne se termine dans la lame de substance grise qui occupe l'intervalle de la moelle au *tuber-cinereum*.

§ II.

Des nerfs accessoires de l'œil.

L'iris, ce voile annulaire, formé par la choroïde, replié perdendiculairement à l'axe de l'œil, et tendu au-devant du corps vitré et du cristallin, est, comme on sait, susceptible, dans les mammifères, les oiseaux et les reptiles, de mouvements qui dilatent ou rétrécissent le trou central dont il est percé, et qu'on nomme la pupille. Les nerfs, moteurs de l'iris, dans quelques mammifères, tels que l'homme, les quadrumanes, les felis, etc., lui viennent du ganglion ophtalmique, dans lequel se sont mêlés des filets plus ou moins ténus de la troisième paire et du rameau nasal de la cinquième paire.

Dans les chiens, le ganglion ophtalmique n'est plus qu'un renflement, sur le passage des seuls filets de la troisième paire, qui vont à l'iris. Dans les ron-

geurs il n'y a plus même de ganglion ophtalmique, et les filets de la troisième paire qui vont à l'iris ne s'entrelacent ni ne forment aucun renflement nerveux. Pas un seul filet de leur cinquième paire ne pénètre dans l'œil. J'ai fait ces observations sur des lapins, des cochons-d'Inde, des rats d'eau. Il en est de même dans le cheval et l'âne. Sur un cheval de la plus grande taille, trois ou quatre filets capillaires, nés d'un rameau qui lui-même est moindre que la quatrième paire de l'homme, pénètrent dans l'œil, à environ trente degrés de l'insertion du nerf optique, et se rendent à l'iris, où leur blancheur permet seule de les suivre. La somme de ces filets représente au plus les deux tiers des nerfs iridiens de l'homme, et moins que le douzième de ceux d'un lion.

Dans aucune espèce des trente genres de poissons que j'ai examinés, il n'existe de ganglion ophtalmique. En outre, l'œil de tous les poissons ne reçoit pas de nerfs accessoires. Dans les murènes, les squales, les silures, par exemple, aucun filet des troisième et cinquième paires de nerfs, ne pénètre dans l'œil. Dans toutes les espèces pourvues de glande choroïdienne, il s'y rend un ou plusieurs filets de la branche ophtalmique de la cinquième paire, en proportion du volume de cet appareil vasculaire. Dans les raies dépourvues de glande choroïdienne, mais où la pupille est susceptible d'être plus ou moins complètement fermée par

une sorte de palmette qui descend verticalement de l'arc supérieur de cette ouverture, et que l'on trouve constamment repliée derrière et au-dessus de cet arc, après la mort, l'iris reçoit un filet de la troisième paire (voy. *pl.* I, *fig.* 1). Dans les pleuronectes pourvus de glande choroïdienne, et où la pupille est susceptible d'un rétrécissement variable, par la projection d'une petite languette suspendue, comme la palmette des raies, à son bord supérieur (car ici la pupille n'est pas un cercle, mais une fente ovalaire très-allongée), il entre dans l'œil, des filets provenant des deux paires de nerfs indiquées. Les pleuronectes habitant les mêmes fonds que les raies, et ayant, comme elles, les yeux à la face supérieure du corps, quoique l'axe en soit horizontal et non pas vertical, comme dans l'uranoscope et quelques scorpènes, le mécanisme que je viens de décrire y a probablement le même usage que chez les raies. Or, on verra plus loin quelle est l'utilité de ce mécanisme.

Dans les oiseaux, aucun filet de la cinquième paire ne pénètre dans l'œil. Un ou deux faisceaux de filets iridiens, provenant de la troisième paire, pénètrent dans la choroïde au-devant du tiers postérieur de l'arc qui sépare de l'iris l'insertion du nerf optique, en arrière et en dehors de ce nerf. Tous ces filets forment, chez le balbuzard, par exemple, une bande aussi large que le quart du diamètre de l'œil, et marchant parallèlement jusqu'au

limbe de l'iris, sur la face postérieure duquel ils se réfléchissent de la choroïde. Ils restent parallèles jusqu'au cercle extérieur de cet anneau de l'iris, qui est fixé au segment conique de la sclérotique. Là ils bordent le quart extérieur de l'anneau libre de l'iris. Deux des filets extérieurs de la bande contournent, chacun de leur côté, le pourtour de cet anneau de l'iris, dont ils coupent la direction des fibres, jusqu'à ce qu'ils s'anastomosent en se rencontrant à l'opposite du point de leur écartement. Les filets moyens pénètrent directement dans l'anneau libre, et ce ne sont que les plus extérieurs de ceux-là, qui s'infléchissent à droite et à gauche, pour s'épanouir dans les fibres iridiennes. Le demi-cercle extérieur de cet anneau libre de l'iris, reçoit donc bien plus de nerfs que le demi-cercle interne circonscrit à la pupille même.

1°. *Troisième paire.*

Dans tous les vertébrés sans exception, le nerf moteur commun des muscles de l'œil (111, sur toutes les figures), naît des cordons inférieurs de la moelle ou de ses prolongements, quand il y a une commissure au cervelet, par un nombre variable d'insertions. Toujours les éminences mamillaires et le tube de la glande pituitaire le précèdent plus ou moins immédiatement. Toujours cette insertion se fait sur ou très-près de la ligne mé-

diane, par conséquent au bord interne du cordon inférieur du système cérébro-spinal. Dans les mammifères, la distance au bord antérieur de la protubérance (voy. *pl.* XIII, *fig.* 1, 3 et 13), ne dépend pas d'un changement réel dans son insertion, mais de la largeur de cette commissure, laquelle est en rapport avec le volume des hémisphères du cervelet. Le volume de ce nerf est d'autant plus grand, relativement à la taille de l'animal, qu'il est plus carnassier. Or, ce n'est pas à l'appétit même de la chair que cette proportion se rapporte, mais aux diverses expressions de l'œil, excitées par les passions d'un animal carnassier. Ce volume est lié aussi aux mouvements de l'iris. Ainsi, dans les falco, les aigles, les buses, etc., dans les corneilles freux et à manteau, le nerf est absolument aussi gros que dans l'homme, et c'est surtout le rameau qui pénètre dans l'œil, et donne à l'iris la mobilité qui contribue à cette grosseur. Ce rameau, séparé déjà du reste du nerf avant de pénétrer dans l'orbite, subit en y entrant, dans les falco, un petit renflement, une sorte de ganglion.

Dans les corneilles, les nerfs iridiens sont à proportion plus nombreux et plus volumineux que dans les aigles. Le rameau iridien, sur le milieu du trajet orbitaire du nerf optique, forme une sorte de digitation plexiforme. Les trois ou quatre filets antérieurs et supérieurs, se portent sur le nerf

optique, et pénètrent dans l'œil au-dessus de lui. Ils ne se portent que très-peu loin sur la choroïde, et ne vont pas à l'iris. C'est de l'autre partie du plexus anastomosé avec un filet du nerf ophlatunique, que pénètrent dans l'œil, à dix ou douze degrés en arrière du nerf optique, cinq ou six filets dirigés comme des arcs de méridiens sur la face extérieure de la choroïde. Ils pénètrent dans l'iris sur le pourtour de son demi-cercle postérieur.

Dans les raies à pupille susceptible d'ouverture variable par le mouvement dela palmette, ce nerf est plus gros à proportion que dans les autres poissons. Cet excès de volume s'observe aussi dans les squales, mais il paraît n'y être relatif qu'au seul mouvement des muscles.

Il ne se distribue pas au même nombre de muscles dans tous les animaux. Dans les ruminants, il se porte aux six muscles de l'œil. Dans l'homme, le chien, il se porte dans l'élévateur, l'abaisseur et l'adducteur de l'œil, ainsi que dans le rotateur ou oblique inférieur.

Dans aucun poisson osseux, excepté les pleuronectes, je n'ai vu uucun filet de ce nerf pénétrer dans l'œil. Je n'ai vu non plus le petit renflement du nerf ciliaire, que dans les mammifères cités, et dans les falco chez les oiseaux. Puisqu'il n'y a point de nerfs ciliaires dans les poissons osseux ni dans les squales, ce ganglion n'y peut donc exister.

2°. *Quatrième paire.*

Ce nerf (IV, sur toutes les figures), dans les trois premières classes, et chez les raies et les squales, s'insère derrière et contre le bord postérieur des lobes optiques, dans l'intervalle de ces lobes au cervelet. Ses filets d'insertion sont presque contigus sur la ligne médiane, mais jamais continus. Cette continuité ne peut avoir lieu dans les squales et les raies, où les deux cordons supérieurs du système cérébro-spinal, ne sont qu'agglutinés plus ou moins lâchement l'un contre l'autre. On avait cru constante et générale cette insertion de la quatrième paire de nerfs à cet endroit de la face supérieure du système cérébro-spinal. J'ai découvert que dans tous les poissons osseux, y compris ceux qu'on avait rattachés à tort aux cartilagineux, les cycloptères, les tétrodons, les lophius, les esturgeons, la quatrième paire s'insérait à l'autre extrémité du même diamètre de la moelle, c'est-à-dire à la face inférieure du système, toujours sur la ligne médiane, de manière que les extrémités des filets d'insertion du nerf, d'un côté, sont contiguës à celles de l'autre. Il n'y a pas lieu d'équivoquer sur la détermination de ce nerf, à cause de cette variation de son insertion, car il se rend dans tous les cas au même muscle, c'est-à-dire au rotateur supérieur de l'œil.

3°. *Sixième paire.*

M. Gall (p. 74) a très-bien expliqué la variation apparente de l'insertion de ce nerf chez les mammifères. Cette variation dépend d'une cause semblable à celle que produit la même apparence pour l'insertion de la troisième paire. « Le pont ou » la couche transversale des faisceaux nerveux du » cervelet étant beaucoup plus gros et plus large » chez l'homme que chez tous les autres mammi- » fères, souvent quelques petits faisceaux transver- » saux se trouvent superposés sur le nerf abduc- » teur, et alors il paraît naître du pont. Et com- » me ses filets ne se détachent pas tous dans le mê- » me endroit, on leur a assigné une origine diffé- » rente. »

Dans les ovipares, il n'y a plus de pont, parce qu'il n'y a plus d'hémisphères ou cervelet. Les insertions des filets de ce nerf sont constamment à découvert. Il ne s'insère pas comme la troisième et la quatrième paire sur la ligne médiane même, au point de jonction des deux cordons inférieurs, mais à peu près sur le milieu de la largeur de chaque cordon. La distance de cette insertion en arrière des éminences mamillaires, est aussi à peu près constante, en ayant égard chez les mammifères à la partie couverte de son trajet. C'est constamment au-dessus du premier nerf cervical ou

spinal, entre ce nerf et le dernier de ceux qui se rendent à la tête, l'hypoglosse chez les mammifères, la huitième paire chez les poissons, les oiseaux et les reptiles. Ce nerf est plus petit à proportion chez l'homme, les singes, les mammifères, qui n'ont pas de troisième paupière, et chez tous les poissons, que chez les oiseaux, les mammifères et les reptiles, qui ont une troisième paupière, car il se rend et au muscle abducteur et au muscle de cette troisième paupière. Dans son trajet inter-osseux, et sous la dure-mère dans le sinus caverneux, il reçoit, chez les mammifères seulement, la terminaison antérieure du grand sympathique. Dans les poissons, le grand sympathique ne s'y porte jamais, et se termine constamment sur la branche operculaire de la cinquième paire. Ce n'est donc pas à ses rapports avec le grand sympathique que ce nerf doit la proprieté d'exciter les mouvements involontaires de la troisième paupière des mammifères, puisque ces rapports n'existent pas dans les oiseaux. D'ailleurs ces mêmes rapports n'existent pas non plus pour le nerf de la troisième paire, dont l'influence est aussi, en grande partie, involontaire.

§ III.

De quelques éléments de l'œil.

1°. *De la choroïde.*

J. Petit (*Mém. de l'Acad. roy. des Sc.*, année 1726) avait observé (fait oublié depuis, je ne sais pourquoi, car on va voir quelle est son importance) que dans tous les yeux d'homme, la choroïde est sous la rétine, tout-à-fait brune dans les enfants, qu'elle l'est un peu moins à l'âge de vingt ans; qu'elle commence à trente ans à prendre une couleur de gris de lin foncé, et qu'à mesure qu'on avance en âge cette couleur s'éclaircit si fort, qu'à l'âge de quatre-vingts ans elle se trouve presque blanche.

Or, cette couleur, que prend la face interne de la choroïde, devenue ainsi un miroir réflecteur dans l'extrême vieillesse, est permanante dans tous les âges de plusieurs genres de mammifères. Dans les chats sourtout, toute la concavité de la choroïde est d'un beau gris clair d'agathe, un peu glacé de bleu, et si parfaitement réfléchissant, que dans l'obscurité cet œil brille comme un diamant.

Dans les ruminants, et particulièrement dans le chevreuil, le cerf et le daim, où je l'ai plus souvent observé, la cavité de la choroïde est d'un

bleu clair argenté, changeant en vert et aussi en violet, mais toujours d'un poli à reflet métallique, même plusieurs jours après la mort, et qui ne se ternit que difficilement en l'essuyant avec les doigts ou avec un linge. Le chien, le loup et le blaireau, l'ont d'un blanc pur bordé de bleu. Je l'ai trouvé d'un gris de nacre dans le marsouin, d'un jaune doré éclatant sur l'ours brun d'Europe, d'un bleu céleste clair sur l'ours noir d'Amérique. M. Cuvier dit que cette couleur n'occupe pas tout le fond de l'œil, mais seulement le côté où ne s'insère pas le nerf optique. Je puis assurer que dans le renard, le chat, le lion, le chevreuil, la chèvre, le cerf, le marsouin, etc., la couleur, propre à l'œil de chacun de ces animaux, en occupe tout le pourtour de la concavité, excepté cette zone de la choroïde qui se trouve border l'iris, et qui par conséquent est toujours dans l'ombre de cet anneau, même lors de son plus grand rétrécissement. Le nerf optique s'insère donc constamment dans la partie réfléchissante de la choroïde.

La choroïde des tortues terrestres, soit d'Europe, soit de l'Inde, des crapauds, des grenouilles, des rainettes, de la vipère et des couleuvres de France, est noire.

On ne connaissait de couleurs éclatantes chez les poissons, qu'aux seules raies. La raie, dit M. Cuvier, a le fond de l'œil d'une belle couleur d'argent. J'ajouterai que les deux tiers supérieurs seulement de la

concavité de la choroïde des raies bouclée et ronce, ont la couleur réfléchissante indiquée, et que le segment inférieur est tout-à-fait noir. En outre, la zone moyenne de l'œil est d'un blanc moins clair que la supérieure : ce n'est qu'un jaune mordoré.

J'ai observé aussi que dans les squales galeus, catulus, et glaucus (le squal. acanthias est dans le même cas, d'après Sœmmering), la choroïde tout entière est argentée, excepté une zone étroite d'environ une ligne près du limbe et contre l'iris; qu'enfin dans l'esturgeon, toute la concavité de la choroïde est aussi un miroir, mais dont le poli ne rappelle pas celui de l'argent. C'est celui du zinc ou de la nacre de perle la plus éclatante.

La torpille fait exception aux autres raies pour la couleur de la choroïde, qui est noire, ainsi que dans la lamproie.

D'après Detmar Wilh. Sœmmering (*de ocul. hom. et anim. section. horiz.* 1818, Gœtting, in-fol.), le fond de l'œil du lynx et celui du chat sauvage, offrent une surface réflechissante aussi grande que je l'ai vue dans le lion. Le chamois l'a plus grande que les autres ruminants, le cristallin y est aussi plus sphérique. Il en dit autant de l'antilope corine. Le chameau a aussi un tapis bleu répondant à une pupille oblongue. Le buffle a une surface réfléchissante d'un blanc rosé, très-lisse, et très-éclatante. L'éléphant d'Asie l'a d'un bleu clair cendré. Tout le fond de l'œil du phoque grœnlandais

est d'un blanc de nacre, excepté le limbe près de l'iris, dont l'éclat est rougeâtre. Tout le fond de l'œil de la baleine est d'un blanc de nacre, et la pupille est fendue horizontalement.

Deux espèces de crocodiles, le lucius et le sclérops, ont un tapis réfléchissant d'un blanc d'argent, au centre duquel s'insère le nerf optique, sous la forme d'un disque noir.

Parmi les serpents le *coluber esculapii* a la face interne de la choroïde, brillante, d'un vert métallique clair. Et cependant, suivant l'observation de Sœmmering, la pupille serait circulaire et peu mobile.

Le hérisson est le seul carnassier dont j'aie trouvé l'intérieur de l'œil aussi obscur que celui de tous les rongeurs que j'ai eu occasion d'examiner, savoir, le lièvre, le lapin, le cobaie, le rat d'eau, l'écureuil, le mulot, le campagnol, etc. Malheureusement, Sœmmering, qui dit que la pupille est ovale dans la chauve-souris oreillard, et linéaire horizontale dans la céphalotte, ne parle pas de la couleur de leur choroïde.

Quant aux oiseaux, excepté peut-être l'autruche d'Afrique, quant à tous les poissons osseux des trente genres que j'ai examinés, je n'en ai pas vu un seul qui n'eût l'intérieur de l'œil d'une obscurité parfaite. Au contraire la convexité de la choroïde dans les poissons osseux, est peinte de couleurs métalliques, aussi éclatantes au moins que celles qui brillent sur leur iris.

Dans le fœtus humain, comme Haller l'avait déjà observé (t. IV, p. 364), et pendant toute la vie des mammifères et oiseaux albinos, les deux faces de la choroïde sont rouges à cause de la transparence du réseau vasculaire constituant cette membrane, et qui laisse voir la couleur du sang qui le traverse en abondance. Chez les albinos le sang n'est donc séparé de la rétine que par les parois infiniment minces du réseau de la choroïde. On ignore pourquoi cette absence de l'enduit choroïdien, coïncide constamment avec l'albinisme dans toutes les espèces d'oiseaux et de mammifères. Par ces différents états de la choroïde, l'anatomie comparée démontre mieux la nature de cette membrane que ne le pourraient faire les plus merveilleuses injections. Or, cette structure de la choroïde déterminée, la continuité de cette membrane avec ce que l'on appelle, fort improprement dans beaucoup de poissons osseux, *glande choroïdienne*, détermine nécessairement aussi la structure de cette prétendue glande, dont quelques anatomistes ont voulu faire un muscle. En effet, ce plexus vasculaire n'est autre chose, qu'un entrelacement de vaisseaux artériels et veineux, repliés sur eux-mêmes, divisés et repliés encore, et anastomosés avec ceux de la choroïde.

Comme ce plexus vasculaire, assez généralement développé en raison du volume de l'œil et des lobes optiques, de la brièveté du nerf, et du plissement des rétines, peut coïncider avec l'absence

de tout plissement, dans la morue, par exemple, et dans les clupes où le nerf est seul plissé; mais comme aussi il manque constamment dans le cas d'état rudimentaire, ou même de médiocre développement de tout l'appareil optique, par exemple, dans tous les cartilagineux, l'échénéis, les silures, les murènes, etc., il suit que l'existence et le degré de développement du plexus choroïdien, est un élément de la structure de l'œil, qui ne peut manquer d'influer sur l'énergie de la vision. On vient de voir que les couleurs plus ou moins réfléchissantes de la concavité de la choroïde, sont aussi un autre élément de l'organe et de la fonction optique.

2°. *De la position du point d'insertion du nerf optique au globe de l'œil.*

Willis (*de ânima brutor, pars physiolog.* cap. 15) avait déjà observé que le point d'insertion du nerf optique à la sphère de l'œil, varie beaucoup dans les animaux; que dans l'homme et les plus intelligents des animaux, tels que le chien, etc., le nerf optique s'insère vis-à-vis de la pupille, c'est-à-dire *au pôle même de l'œil*; qu'au contraire, dans le mouton, le bœuf, et beaucoup d'autres quadrupèdes, dans tous les oiseaux et poissons, l'insertion se fait sur le côté de l'œil. *A polo ejus distat, non secus ac zodiaci polus ab altero æquatoris;* voici comme il s'exprime. Je dirai

au chapitre de la physiologie de l'œil, l'influence attribuée par Willis à cette variation du point d'insertion du nerf optique. J'observerai seulement ici, que cette distance du point d'insertion, au pôle de la sphère de l'œil, est d'autant plus grande, que les yeux sont plus volumineux, dirigés plus latéralement, dans le cas toutefois de la convergence de leurs axes. Car, si les deux axes sont sur le prolongement d'une même ligne ou d'une ligne à très-petite flexion, comme dans les raies, les squales, les caméléons, alors l'insertion se rapproche davantage du pôle, ou même se confond avec lui, ainsi qu'il arrive dans le cas où les axes se rapprochent du parallélisme, comme dans l'homme et les singes. Or, Haller (p. 201. t. IV), avait déjà reconnu que dans l'homme le nerf s'insère un peu au-dedans du pôle, de sorte que le segment extérieur de l'œil, fait par un plan vertical tangent au prolongement du nerf, est un peu plus grand que le segment interne. C'est le contraire dans les oiseaux et les poissons, où j'ai reconnu des déclinaisons de plus de trente degrés en dehors du pôle. Haller avait observé cette plus grande déclinaison dans les oiseaux, mais il ne dit pas de quel côté elle existe. Il en résulte que chez les poissons et les oiseaux, une coupe verticale de l'œil, faite sur la ligne qui va du point central de l'insertion au milieu de la pupille, don-

ne au segment intérieur ou antérieur de l'œil, par rapport à l'autre, un excès d'amplitude qui peut être de plus d'un tiers, comme on voit. Dans les oiseaux la considération de cet élément de la structure de l'œil se lie à un autre élément, qui est exclusivement particulier à cette classe, et dont nous allons parler.

Il suit des observations précédentes qu'un autre élément de la vision, encore aperçu seulement par Willis, résulte de la distance ou de la coïncidence de l'insertion du nerf optique, par rapport au pôle de la sphère de l'œil.

3°. *Du peigne ou écran oculaire des oiseaux.*

L'insertion du nerf optique à la rétine, dans les oiseaux, n'est pas circulaire comme dans les mammifères et les poissons. Après avoir traversé la choroïde, l'extrémité du nerf se prolonge obliquement en haut et en dehors sous forme de pointe plus ou moins étendue, et sur les côtés de laquelle s'insère la rétine (1). Et la couleur et la consistance

(1) D'après Sœmmering (*de ocul. sect. horiz.*) l'insertion du nerf optique de la marmotte serait telle que dans les oiseaux. Mais comme, d'après Zinn, qui sur un grossissement d'au moins 50 fois (Comm. soc. Gotting., 1754, tab. 8, f. 3), a pris pour un raphé de la rétine, la bifurcation par laquelle s'y épanouit l'artère centrale du nerf optique, il en dit autant du lapin, où je puis assurer que cette insertion est la même que

des deux matières sont tellement différentes, qu'il est évident que l'une n'est pas la continuation de l'autre. Sur toute l'étendue de ce prolongement s'insère une membrane rhomboïdale, plissée dans toute sa longueur, tendue à travers le corps vitré jusqu'au bord interne ou postérieur de la circonférence du cristallin, et adhérente par son extrémité à la capsule de cette lentille, sur un arc plus ou moins grand, suivant la largeur du peigne, ou plutôt, de l'espèce de ligament qui sert à l'attacher. Le nombre, la longueur des plis de cette membrane, leur inclinaison l'un sur l'autre, varient d'une espèce à l'autre. Jamais la membrane n'est enroulée sur elle-même de manière à représenter, soit une bourse, soit un cornet conique, comme quelques auteurs l'ont prétendu. Une seule chose est constante dans la disposition de cet appareil, c'est la projection de son plan vertical vers le fond de l'œil du bord externe ou postérieur du cristallin, sans pourtant atteindre ni adhérer toujours à ce bord. Dans les aigles, par exemple, le peigne n'a que les deux tiers de la longueur nécessaire pour atteindre au cristallin, il n'en a que le tiers au plus dans les oiseaux de nuit. Il y touche au contraire dans les perroquets, les cygnes (voy. *pl.* VII. *fig.* 8). Cet intervalle du peigne au cristallin prouve que le peigne ne peut pas être

dans les autres mammifères; l'exception de la marmotte me semble fort douteuse.

l'agent du déplacement du cristallin, déplacement qu'on lui avait attribué pour unique fonction. Comme la membrane du peigne a la couleur et la structure de la choroïde, elle intercepte les rayons, et les images dont la direction passe plus ou moins obliquement par son plan. C'est donc un véritable écran qui rend inutile à la vision tout le segment de la rétine, où son ombre est projetée. Or, c'est justement dans cette partie de la rétine, que chez les oiseaux de proie et autres, les plis sont plus étroits, moins nombreux, ou même entièrement effacés. J. Petit (loc. cit.) avait indiqué cet effet de la direction du plan du peigne dans l'œil, mais ni les physiologistes ni les physiciens n'en avaient depuis tenu compte dans leurs explications du mécanisme de la vision.

Perrault et plusieurs auteurs ont cru à tort que cette membrane formait une capsule plus ou moins cylindrique ou ellipsoïde dans quelques oiseaux. Ils l'avaient en conséquence nommée la *bourse*. Ce nom n'est certes pas plus inconvenant que celui de peigne. Ni l'un ni l'autre ne donne aucune idée, ou plutôt chacun d'eux donne une idée fausse de l'objet. Le nom d'*écran membraneux* exprimerait à la fois et la structure et l'effet mécanique de cet organe. C'est le nom dont nous nous servirons désormais.

Detm. Willh. Sœmmering (*op. cit.*) a décrit et figuré dans l'œil du monitor, un vestige d'écran

étendu depuis l'insertion du nerf optique jusqu'au cristallin où il s'attache. Il est également coloré d'un enduit noir. Dans les crocodiles il n'y a plus de vestige d'écran, l'insertion du nerf optique est seulement marquée d'un disque noir. D'après Emmert (Reil's archiv., B. X. Heft. 1), Sœmmering assure que l'iguane ressemblerait à cet égard au monitor.

4°. *De la glande lacrymale.*

Il était plausible de croire que la glande lacrymale suivait pour le volume la proportion de l'œil. Il en est tout autrement. On sait que dans l'homme elle est à peu près grosse comme une petite noisette; elle n'a pas le quart du volume de l'œil. Elle en a la moitié à peu près dans le mouton; elle est presque égale dans les lapins et les cochons d'Inde; elle est trois fois plus grosse dans les hérissons et le rat d'eau. Observons qu'elle est à proportion bien plus grosse dans le fœtus que dans l'homme adulte; que dans les serpents à sonnettes et les trigonocéphales, elle forme autour de l'œil un anneau dont la masse surpasse celle de cet organe. Or dans les lézards, les caméléons, elle forme dans la partie intérieure et interne de l'orbite, une masse conique, à peu près du volume de l'œil.

Dans aucun oiseau, dans aucun poisson, il n'en existe de trace. C'est pourtant dans ces deux

classes, non-seulement que l'œil a plus de volume, mais qu'il a une plus grande surface à découvert et en contact avec l'air. Cette espèce de corps granulé, rougeâtre et compacte, qui recouvre en-dessus l'arcade pituitaire des oiseaux palmipèdes, n'a aucune ressemblance avec la glande lacrymale, et il m'a été impossible de lui trouver de vaisseaux excréteurs. Enfin d'après ce que disent Guldenstæd (*nov. comm. petrop.* t. XIV) et Pallas (*nov. spec. quadrup.*) du zemni et du spalax privés même de fente palpébrale, il y aurait, occupant tout l'espace entre l'apophyse zygomatique, le muscle crotaphyte et l'os maxillaire supérieur, un corps glanduleux blanchâtre, qui, par sa position, ressemblerait beaucoup à la glande lacrymale. Il serait donc plus de cent fois plus gros que l'œil, qui, dans ces deux animaux, est moindre qu'un grain de pavot (1).

(1) Ce que M. de Blainville nomme glandes lacrymales dans les oiseaux, ne sont que des cryptes muqueux, semblables à ceux que, dans l'homme et les mammifères, on appelle glande de *harderus*, ou glande lacrymale interne.

FIN DE LA 1re PARTIE.

TABLE
DES MATIÈRES
DE LA PREMIÈRE PARTIE.

Préface. Page vij

LIVRE PREMIER.

INTRODUCTION A L'ÉTUDE DU SYSTÈME CÉRÉBRO-SPINAL.

De l'enveloppe osseuse de ce système. 1
Sect. Ire De la colonne vertébrale. 5
Chap. Ier. Composition de la colonne vertébrale. *id.*
1°. Chez les poissons. 6
2°. Chez les serpents. 11
3°. Chez les sauriens. 12
4°. Chez les mammifères. 15
Formation. 21
Chap. II. Du mécanisme de la colonne vertébrale en général. 23
Des mouvements généraux et partiels de la colonne vertébrale. 24
1°. Dans les mammifères. 26
2°. Dans les poissons. 28
3°. Dans les reptiles. 30
4°. Chez les sauriens. 32
5°. Chez les tortues et les oiseaux. 34

Chap. II. Mécanisme relativement à la protection de la moelle. Page 36
Chap. III. Des rapports de grandeur et de figure entre la moelle épinière et la colonne vertébrale. 45
Sect. II. Du crane ou de la tête osseuse. 49
Chap. Ier. Du crâne proprement dit. 52
1°. Dans les sauriens. 54
De l'extérieur du crâne. 58
2°. Ophidiens ou serpents. 61
3°. Batraciens. 63
4°. Poissons. 66
5°. Oiseaux. 68
6°. Mammifères. 71
De la cavité auditive. 73
Chap. II. De la face. 77
1°. Dans les mammifères. 78
2°. Dans les oiseaux et les reptiles. 82
3°. Dans les poissons. 88
Chap. III. Mécanisme du crâne en général. 97
1°. Mécanisme du crâne dans ses mouvements de totalité, et dans ceux de ses diverses régions. 98
Correspondance de la forme du crâne avec celle du cerveau. 107
2°. Mécanisme du crâne et de la face pour résister, et pour protéger le cerveau et les organes des sens. 113

LIVRE DEUXIÈME.

SECTION PREMIÈRE.

Du système cérébro-spinal en général. 118

Chap. Ier. Enveloppes membraneuses du système cérébro-spinal. Page 119
1°. De l'arachnoïde. 120
2°. De la pie-mère. 122
Chap. II. Réfutation de quelques opinions relatives au système cérébro-spinal. 128
Chap. III. De la loi de formation des lobes pairs ou impairs, sur la longueur de l'axe cérébro-spinal. 136
Sect. II. Chap. Ier. Du système cérébro-spinal des poissons. 140
1°. De la moelle épinière. 141
2°. Du lobe qui contient le quatrième ventricule. 145
3°. Du cervelet. 152
4°. Des lobes optiques. 156
5°. Des éminences mamillaires et de la glande pituitaire. 160
6°. et 7°. Des lobes cérébraux et des lobes olfactifs. 164
De la face inférieure du système cérébro-spinal des poissons. 171
Du système cérébro-spinal des lamproies. 174
Chap. II. Du système cérébro-spinal des reptiles. 184
Chap. III. Du système cérébro-spinal des oiseaux. 200
Chap. IV. Du système cérébro-spinal des mammifères. 213
Répartition de la matière blanche fibreuse et de la matière grise globuleuse, dans le système cérébro-spinal des mammifères, et proportion des diverses parties de ce système. 270

LIVRE TROISIÈME.

Des systèmes nerveux latéraux. Page 280
Formation des systèmes nerveux latéraux. 281
Chap. Ier. Du nerf olfactif. 287
Des narines. *id.*
1°. Du nerf olfactif. 294
2°. État tout-à-fait pulpeux de filets parallèles, et sans embranchement. 297
3°. Nerf olfactif, formant un seul tronc divisé ou non divisé en filets parallèles. 298
4°. Ramification du nerf olfactif en cordons, divisés eux-mêmes en rameaux plus petits encore, subdivisés. 301
5°. État pulpeux et canaliculé du nerf olfactif. 304
6°. Structure semblable à celle des nerfs musculaires et cutanés de l'homme et des mammifères, etc. *id.*
7°. État capillaire ou rudimentaire du nerf olfactif. 306
Chap. II. Du nerf optique, des trois autres nerfs oculaires, et de l'œil. 308
§ Ier. Du nerf optique. 312
1°. Des nerfs optiques et des rétines plissées. 314
2°. Nerfs optiques, sans plis ou fibres apparentes, et rétines tout-à-fait lisses. 324
3°. Nerf optique formé par un faisceau de filets parallèles non adhérents entre eux. 329
4°. Différences dans le genre, le lieu et le nombre des communications du nerf optique avec le cerveau. 332

§ II. Des nerfs accessoires de l'œil. Page 335
1°. Troisième paire. 338
2°. Quatrième paire. 341
3°. Sixième paire. 342

§ III. De quelques éléments de l'œil.

1°. De la choroïde. 344
2°. De la position du point d'insertion du nerf optique au globe de l'œil. 349
3°. Du peigne ou écran oculaire des oiseaux. 351
4°. De la glande lacrymale. 354

FIN DE LA TABLE DE LA 1re PARTIE.

ANATOMIE

DES

SYSTÈMES NERVEUX

DES ANIMAUX A VERTÈBRES.

DE L'IMPRIMERIE DE PLASSAN, RUE DE VAUGIRARD, N° 15,
DERRIÈRE L'ODÉON.

ANATOMIE

DES Robert B Todd

SYSTÈMES NERVEUX

DES ANIMAUX A VERTÈBRES,

APPLIQUÉE

A LA PHYSIOLOGIE ET A LA ZOOLOGIE.

OUVRAGE DONT LA PARTIE PHYSIOLOGIQUE EST FAITE CONJOINTEMENT AVEC

F. MAGENDIE,

MEMBRE DE L'INSTITUT DE FRANCE,

PAR A. DESMOULINS, DOCTEUR EN MÉDECINE.

Res, non verba.

DEUXIÈME PARTIE.

A PARIS,

CHEZ MÉQUIGNON-MARVIS, LIBRAIRE-ÉDITEUR,

RUE DU JARDINET, N° 13,

QUARTIER DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE.

1825.

ANATOMIE

DES

SYSTÈMES NERVEUX

DES ANIMAUX A VERTÈBRES.

SUITE DU

LIVRE TROISIÈME.

DES SYSTÈMES NERVEUX LATÉRAUX.

CHAPITRE III.

DE LA CINQUIÈME PAIRE DE NERFS. (1)

On savait que toute la peau de la tête, le pavillon de l'oreille, et même par une anastomose la

(1) Ce nerf a été nommé aussi *trifacial*, ce qui ne veut pas dire à *trois faces*, comme l'impliquerait l'étymologie; mais ce qui, par une forte ellipse, signifie ayant une triple distribution à la face. Cette dénomination, applicable réellement aux trois premières classes de vertébrés, n'est plus admissible, puisqu'on va voir que certains poissons ont à leur 5me paire 6 branches distribuées chacune à des organes très-dif-

cavité du tympan; que la surface libre et même l'intérieur de l'œil; que la pituitaire des narines, que la langue, que les noyaux pulpeux des dents, et que les glandes lacrymales et salivaires, sont dans l'homme et les mammifères en communication avec le lobe du quatrième ventricule par les filets d'une seule paire de nerfs, nommée la *cinquième* à cause de la position de son insertion. La multiplicité des usages si divers de ce nerf avait vivement excité la curiosité et l'intérêt des anatomistes. Mais en considérant l'ensemble des animaux vertébrés, la centralisation de sensibilité qu'établit ce nerf, et dont le foyer est au lobe du quatrième ventricule, est étendue à un bien plus grand nombre de parties, et surtout à des parties infiniment plus distantes entre elles. Chez certains poissons, toutes les extrémités du corps sont rattachées à ce lobe par la cinquième paire, ainsi que tous les organes de la tête; et de plus, soit chez d'autres poissons, soit chez certains reptiles, un assez grand nombre d'organes situés dans la tête et sans analogues chez l'homme et

férents, et que tous les poissons osseux ont une 5me branche constante, distribuée aux surfaces de leur cavité branchiale. Si l'on devait adopter un nom significatif pour ce nerf, il faudrait, comme on le verra dans le livre V, l'appeler *sympathique de la tête,* à cause de la sympathie véritable qu'il établit entre presque tous les organes de cette partie. C'est au moins jusqu'ici le seul nerf dont il soit prouvé qu'il serve véritablement de moyen d'harmonie et d'unisson entre plusieurs organes.

les mammifères, sont encore mis en commmunication, par des nerfs particuliers et spéciaux de cette paire, avec le lobe du quatrième ventricule, dont nous verrons l'importance s'accroître par l'insertion de la septième et de la huitième paire. Ces parties nouvelles ainsi centralisées par la cinquième paire, sont les deux paires de nageoires, la queue, et toute la longueur du tronc de plusieurs poissons, les batteries électriques de la torpille, les organes sensitifs spéciaux des raies, d'autres organes sensitifs spéciaux des trigono-céphales et des serpents à sonnettes, les surfaces muqueuses de la poitrine des poissons, c'est-à-dire de leur opercule et de leur membrane branchiostège, enfin leurs barbillons. En outre dans les raies, le nerf auditif est lui-même une branche de cette paire. Tous ces faits, jusqu'ici complètement ignorés, ont plus que doublé l'importance de la cinquième paire, et en font réellement le nerf principal de la sensibilité.

La première découverte importante sur la cinquième paire de nerfs, appartient à M. Gall. Voici comme en 1809 il détermina son origine (*pag.* 77, in-fol.).

« L'anatomie comparée donne encore à ce sujet les lumières les plus sûres. Chez les poissons, le ganglion d'où ce nerf prend son origine, est isolé, et les filets sont dès leur naissance séparés de la masse commune. Chez les animaux mammifères, on voit au bord extérieur de la surface inférieure

du pont, un gros faisceau qui passe sous la bande transversale, prise pour la commissure des nerfs acoustiques, et se détache entre elle et le pont. Chez le singe et chez l'homme, ce faisceau est couvert en partie par la large protubérance annulaire (le pont). Voilà pourquoi il paraît prendre naissance dans le milieu de cette partie. Mais si on enlève avec précaution la partie postérieure du pont jusqu'au faisceau de ce nerf, l'on peut aisément suivre son cours entier jusqu'au-dessous du côté extérieur des corps olivaires. De cette manière, on aperçoit aussi très-distinctement qu'il est divisé déjà dans l'intérieur du pont en trois faisceaux principaux. »

Gall a donc vu que la cinquième paire ne s'insérait pas dans les mammifères à la surface du pont, où elle commence seulement d'être apparente, mais que ses faisceaux se continuent dans l'intervalle des couches de la protubérance, et au-delà même de cette protubérance jusqu'au-devant de la dixième paire de nerfs sous le plancher du quatrième ventricule. Mais cet illustre et ingénieux anatomiste a été beaucoup moins heureux quand il a parlé de la cinquième paire des poissons. Ce qu'il en dit est obscur, et au moins inexact là où il n'est pas obscur.

J'ai dit, en parlant du pont ou de la commissure du cervelet, à quoi tient cette différence entre l'origine apparente et l'origine réelle des

cinquième, sixième et septième paires, dans les mammifères.

Chez les poissons, pas plus que dans les trois autres classes, le nerf de la cinquième paire, quel que soit le nombre de ses insertions, ne se termine à un ganglion. Il s'insère, ou bien seulement au-devant de l'acoustique, sur le cordon supérieur de la moelle, dans l'endroit où le cervelet médian se continue avec ce cordon, et quelquefois aussi en arrière de cet endroit, au-dessus du nerf acoustique, sur le bord supérieur de ce cordon. Ce cordon forme même une saillie ou une circonvolution d'autant plus ample que les branches de la cinquième paire qui s'insèrent à cette place sont plus volumineuses (voy. *pl.* I, *fig.* 1; *pl.* III, *fig.* 4; *pl.* VII, *fig.* 5). Le trajet que ces racines font dans le crâne avant de gagner leurs trous de sortie, varie, et d'une racine à l'autre dans la même espèce, et à plus forte raison d'une espèce à l'autre, où le nombre de ces racines est lui-même variable. Cette variation est en général proportionnée au nombre des branches du nerf. On ne connaissait que trois de ces branches, et effectivement il n'en existe pas davantage dans les trois premières classes. Chez les poissons, j'en ai découvert trois autres, l'une desquelles est justement la plus importante de toutes, par les fonctions qu'elle remplit. Dans toutes les classes, soit en dedans, soit en dehors, soit dans le trajet même de son trou de sortie

(que ce trou soit unique ou multiple, comme il arrive dans beaucoup de poissons), les filets d'insertion de la cinquième paire, excepté ceux qui doivent se distribuer aux muscles, passent à travers un ou plusieurs ganglions, où leur substance et leur texture subissent des changements. Chez beaucoup de poissons, surtout quand le ganglion est unique, chez la baudroie, par exemple, où il égale presque les deux tiers du volume de tout l'encéphale, les filets même qui vont aux muscles, ont aussi passé par le ganglion pêle-mêle avec les nerfs sensitifs.

La cinquième paire (*V.* sur toutes les figures) s'insère au même segment indiqué de l'axe cérébro-spinal dans tous les vertébrés. Seulement quand ses branches, supérieures surtout, sont plus nombreuses ou plus volumineuses, leur insertion se fait sur les parois mêmes du quatrième ventricule. L'on conçoit que cela n'a pas lieu dans les animaux, où ces branches surnuméraires n'existent pas.

La cinquième paire dans les trois autres classes (excepté plusieurs carnivores et rongeurs parmi les mammifères) n'a que trois divisions ou branches : l'une croise en dessus le nerf optique, et se nomme *ophtalmique*; l'autre le croise en dessous, et se distribue dans les diverses parties de la mâchoire supérieure; elle se nomme *maxillaire supérieure;* la troisième et dernière, séparée de la précédente dans les mammifères dès l'intérieur même du crâ-

ne, ne s'en sépare qu'en dehors chez les oiseaux, et se porte à la mâchoire inférieure. On la nomme *maxillaire inférieure*.

Ces trois branches, sur lesquelles nous reviendrons au sujet des trois premières classes de vertébrés, existent aussi dans les poissons.

1°. *Chez les poissons.*

Chacune des trois branches communes aux vertébrés s'insère ordinairement à la moelle séparément de l'autre ; cela est surtout constant quand chaque branche a son ganglion ou renflement particulier, comme il arrive dans les raies.

Dans les poissons osseux, l'*ophtalmique* ou *première branche* (*a.* sur toutes les figures), sort par le même trou ou fente que le nerf optique. Elle est presque toujours rudimentaire, excepté dans les raies, les squales, et les murènes (voy. *pl.* I, *fig.* 1; *pl.* III et IV, *fig.* 1; *pl.* XII, *fig.* 1); jamais aucun de ses filets ne se réfléchit au-dessus de l'orbite. Sa distribution est variable suivant les genres, et fournit tantôt au bout du museau, comme dans le congre, les gades (*pl.* VII, *fig.* 5), après avoir passé au-dessus des narines sans y pénétrer; tantôt il se perd autour de l'orifice des narines, comme dans les trigles, le brochet. Mais jamais dans ces animaux l'ophtalmique ne fournit de filets à la pituitaire, comme l'ont dit Monro et Sarpa, de la part de qui

cette assertion n'était sans doute qu'une induction tirée d'une analogie trompeuse. Le nerf appelé par ces anatomistes, accessoire de l'olfactif, se termine (voy. *pl.* I, *fig.* 1, dans la raie; *pl.* X, *fig.* 1, dans le barbeau; *pl.* XII, *fig.* 1, dans le congre), dans la peau du pourtour extérieur des narines. Il n'y exerce que le tact ordinaire, et ne peut avoir conséquemment aucune action relative aux odeurs.

La *deuxième branche* (*b* ¹ sur toutes les figures) sort constamment par un trou particulier, entre la grande aile du sphénoïde, l'aile orbitaire, et en haut le frontal postérieur. A sa sortie du crâne, elle se trouve au-dessus des muscles élévateurs de la mâchoire inférieure, étendus sur la face supérieure de l'aile orbitaire. Elle fournit d'abord des filets presque capillaires à ces muscles qui meuvent le préopercule, et les mâchoires supérieure et inférieure. Elle passe ordinairement sans se diviser au-dessous de l'œil, et gagne le pourtour de la lèvre supérieure, et les barbillons qui s'y trouvent dans les cyprins, dans les cobitis, etc. Elle s'anastomose quelquefois au-devant du vomer avec la branche palatine proprement dite, l'une de celles qui sont exclusivement propres aux poissons. (Voir par exemple, *pl.* VII, *fig.* 1, et *pl.* XII, *fig.* 2, sur le congre; *pl.* X, *fig.* 1, sur le barbeau.)

La *troisième branche* ou maxillaire inférieure, n'est le plus souvent, comme chez les oiseaux, qu'une division de la précédente; elle donne d'abord des fi-

lets aux muscles de cette mâchoire et de l'hyoïde, pénètre dans le canal maxillaire, et se distribue aux dents et à la bouche (*c.* sur toutes les fig.)

La *quatrième branche* est la plus inférieure de toutes pour son insertion et son trajet, dans le crâne ou à travers les os de la tête (*b* ² sur toutes les figures). Dans le genre cyprin, elle offre dans le crâne sous l'encéphale une disposition sans exemple dans les vingt-neuf autres genres de poissons que j'ai pu examiner (voir *pl.* IX, et X, sur la carpe et le barbeau). Au lieu de converger vers l'encéphale, pour y terminer leurs fibres, soit par insertion, soit par continuité; les deux nerfs de cet embranchement de la cinquième paire, parvenus au contact de la base du quatrième ventricule où ils sont beaucoup renflés, se réfléchissent en dehors, redeviennent parallèles sous forme d'un fuseau qui va toujours en diminuant, et se dirigent sans y adhérer, sous l'insertion médullaire du ganglion pneumo-gastrique, jusques à la racine inférieure du premier nerf spinal, qui n'en est que la continuation. Un peu en avant de cette anastomose, la racine de la cinquième paire communique avec sa congénère par une commissure transversale, un peu plus mince qu'elle-même, et qui passe sans adhérence sous la moelle, en arrière des éminences mamillaires. C'est la seule commissure évidente entre les deux côtés d'une paire de nerfs chez les poissons. Weber (*de aure et audit.*

tabul. IV, *fig.* 23), n'a reconnu que la communication de la branche inférieure de la cinquième paire avec le premier nerf spinal. Mais il est tombé dans une erreur singulière. Il qualifie d'hypoglosse ce premier nerf spinal, qui se distribue tout entier à la première nageoire. Selon Weber, du côté externe de la branche communiquante, qu'il nomme *auditif accessoire*, naissent deux filets qui sortent du crâne, l'un par le trou de la huitième paire, l'autre par un trou séparé; et du côté interne, deux autres filets pour les sacs de la grande et de la petite pierre.

Dans le barbeau, une troisième particularité distingue encore cette branche inférieure de la cinquième paire. Le nerf antérieur de la première branchie (1er *b* sur toutes les figures), qui, chez tous les poissons, ou bien est une division du nerf pneumo-gastrique, ou bien naît à une distance variable entre ce nerf et l'acoustique, se sépare chez le barbeau à l'autre bord de la branche inférieure de la cinquième paire, vis-à-vis de la commissure. D'ailleurs sa distribution à la branchie ne diffère pas de celle du premier nerf branchial ordinaire.

Cette double communication de la quatrième branche avec elle-même et avec le premier nerf spinal, cette troisième circonstance chez le barbeau, de fournir le nerf de la première branchie, enfin, cette insertion séparée au système cérébro-

spinal, n'ont rien de commun avec aucune des branches de la cinquième paire dans les autres animaux. Et comme cette branche partout séparée des autres, sort par un trou qui lui est aussi particulier relativement aux autres branches de la même paire, c'est-à-dire par la grande fente médiane du sphénoïde au-dessous des nerfs optiques, toutes ces raisons sont plus que suffisantes pour qu'on ne la rattache à aucune des trois branches communes aux vertébrés. Cette branche est donc proprement *ichtyologique*, bien qu'elle ne se trouve pas dans tous les poissons. Mais par cela même qu'elle ne leur est pas générale, c'est encore une raison de plus de la distinguer. Je l'appelle *sphéno-palatine*, à cause de son trajet.

Sortie par la grande ouverture sphénoïdale, elle reste supérieure à l'épine du sphénoïde, puis au vomer, séparée de la maxillaire supérieure par les muscles des mâchoires supérieure et inférieure. Au-devant du vomer elle se détourne en dehors pour former, dans les cyprins et les murènes, une anastomose ou plexus avec la maxillaire supérieure (voy. *pl.* IX, *fig.* 2; *pl.* X, *fig.* 1 et 2; *pl.* XII, *fig.* 2, et *pl.* VII, *fig.* 1). Je ne l'ai retrouvée que dans deux ou trois autres genres. On verra tout-à-l'heure pourquoi. Elle se distribue principalement chez les cyprins au barbillon externe, et à la lèvre supérieure. Dans le congre, en sortant d'un canal osseux, à travers le vomer (on voit que cette anas-

tomose n'a pas avec les os les mêmes rapports que la naso-palatine des mammifères), elle reçoit l'anastomose de la maxillaire supérieure, et pénètre dans un autre conduit de l'inter-maxillaire, pour s'épanouir derrière les dents dans la membrane palatine (voy. *pl.* VII, *fig.* 1).

Dans les trigles, les gades, le cycloptère, cette branche n'est que rudimentaire, et se perd dans la membrane palatine, derrière les dents vomériennes. Il ne peut donc y avoir alors d'anastomose avec la maxillaire supérieure.

Dans le cycloptère (*pl.* VIII, *fig.* 1) elle naît du point même de l'anastomose du premier ganglion sympathique, avec le tronc de la cinquième paire.

La *cinquième branche* (*d.* sur toutes les figures) est plus évidemment encore, s'il est possible, exclusivement propre aux poissons osseux et aux poissons sturoniens (esturgeons). C'est de tous les nerfs de la cinquième paire, celui dont la proportion de volume est la plus constante. Cette branche se distribue à la face interne de l'opercule et de la membrane branchiostège, panneaux qui forment aux branchies le même appareil de protection et d'impulsion, que le thorax forme aux poumons des mammifères et des oiseaux. Mais comme c'est en dehors et non en dedans des branchies que passe le fluide respirable; les parois internes de l'appareil protecteur de la respiration, du vrai thorax

des poissons, devaient être doués d'un sens qui pût en reconnaître les propriétés. C'est un nerf de la cinquième paire, qui va s'épanouir sur les parois intérieures de ce thorax. Le reste de cette branche se porte en longeant l'arc-boutant de ce thorax libre et mobile, à la partie externe de la mâchoire inférieure (voy. *pl.* X, *fig.* 2). Cette branche sort constamment du crâne par un trou particulier, percé sur la partie supérieure de la grande aile du sphénoïde, laquelle n'est percée pour le passage d'aucun nerf, ni dans les mammifères, ni dans les oiseaux et les reptiles. En sortant de ce trou, le nerf divisé se porte en arrière dans un conduit de l'os tympanal, dirigé vers la face interne de l'opercule, puis en devant dans un autre conduit qui se continue sur le préopercule, le long duquel le nerf donne des filets très-petits aux muscles voisins, et gagne inférieurement le dessous de la mâchoire inférieure, dans le conduit de laquelle il ne pénètre jamais.

Dans le canal osseux par lequel ce nerf traverse la grande aile du sphénoïde chez le congre (v. *pl.* XII, *fig.* 9), chez le turbot (*pl.* XI, *fig.* 1), chez la morue (*pl.* VII, *fig.* 4), etc.; ce nerf reçoit l'insertion du cordon par lequel le nerf grand sympatique se prolonge en devant du premier ou du plus antérieur de ses ganglions. Par son volume proportionnel, ce ganglion est aussi remarquable chez le congre que chez l'homme. Par sa distribution principale dans la membrane du demi-tho-

rax correspondant du poisson, on conçoit que la grosseur de cette branche, ou, ce que revient au même, la quantité de ses filets, sont en proportion avec l'étendue de cette membrane. C'est aussi le seul des nerfs de la cinquième paire pourvu constamment d'un ganglion. Car chez les trigles, par exemple (*pl.* VI, *fig.* 5), où toute la surface de la tête, des mâchoires et même de l'intérieur de la bouche, est ou bien osseuse, ou bien d'une consistance rugueuse, presque cornée, où partant il ne peut y avoir qu'une sensibilité très-obtuse; les quatre nerfs antérieurs de la cinquième paire sont rudimentaires ou nuls. Aussi, ces nerfs n'ont pas de ganglions ou renflements sensibles à leurs trous de sortie. Le nerf operculaire, au contraire, n'en manque jamais. Dans la baudroie, où la membrane branchiostège forme la paroi d'une immense cavité, qui passe pour servir à l'animal, soit de réservoir d'une eau respirable, dans la vase où il va s'embourber pour être à l'affût de sa proie; soit même pour conserver le poisson qu'il a pêché; le nerf operculaire est au moins triple de sa dimension ordinaire. Le ganglion de la cinquième paire, laquelle ici n'a que deux filets ou cordons d'insertion, égale en volume près de la moitié de tout l'encéphale. Le grand sympatique, dans la baudroie, le tédrodon et le cycloptère, se termine en grande partie sur le nerf operculaire; mais en outre, un deuxième filet, beaucoup plus petit, vient

aussi du premier ganglion sympathique s'anastomoser avec la quatrième branche ou sphéno-palatine (b^2). Je n'ai pas retrouvé ailleurs cette anastomose, qui n'a qu'une ressemblance très-éloignée avec la communication qu'établit chez l'homme le nerf de Cotunni, entre le ganglion sphéno-palatin et le nerf palatin, par le trou naso-palatin ou incisif.

Un *sixième nerf* de la cinquième paire (*e*, sur toutes les figures), existe dans les gades et dans les silures (excepté peut-être le sil. Glanis, dont le crâne n'en offre pas d'indices). Mais sa direction dans le crâne, le lieu par où il en sort, et sa distribution ultérieure, varient dans ces deux genres de poissons.

Dans les gades, d'à côté et au-dessous le bord postérieur du pédoncule du cervelet, ce nerf que je nomme *ptérigo-dorsal*, s'élève verticalement dans le crâne, passe au-devant du canal demi-circulaire antérieur, sans entrer néanmoins dans le vestibule, traverse par un conduit oblique en arrière et en dehors l'épaisseur du pariétal, et devient aussitôt sous-cutané. Il marche obliquement en dehors, le long du bord interne de la fente branchiale (*pl.* VII, *fig.* 4 et 5), jusque derrière la convexité de la grande clavicule. Dans ce trajet son tronc reste unique, ou bien ses filets, s'écartant pour se réunir ensuite, dessinent des espaces appelés *iles* par les anatomistes anciens. Le premier de

ses rameaux se prolonge d'abord sur le bord postérieur, puis sur la face antérieure de la grande clavicule, et se distribue à la membrane de l'espèce de diaphragme tendu sur ces clavicules. Un autre rameau se sépare plus loin pour fournir à la première paire de nageoires et à la seconde. Le cordon principal, très-peu dévié de sa première direction, marche parallèlement à son analogue, le long et au-dessus de la ligne médiane. Sous-cutané, quand il ne passe pas sous les muscles des nageoires dorsales, il parvient et se distribue à la queue par un épanouissement de filets.

Dans les silures cette branche, née au même endroit, à peu près, mais plus en arrière (parce que le plus grand volume des trois nerfs de la mâchoire supérieure, dont les insertions occupent plus de place, reculent d'autant les autres, c'est-à-dire, l'operculaire et la sixième), cette sixième branche se dirige en arrière et un peu en haut à côté du cervelet et au-dessus des bords du quatrième ventricule, se rapproche de son analogue au moment de traverser l'occipital latéral, sur la ligne médiane même où un très-mince filet osseux sépare seul les deux nerfs. Placés dans la profondeur des muscles cervicaux, et contigus jusqu'au sommet de la première apophyse épineuse, chacun d'eux s'y divise en deux branches. La supérieure continue la direction primitive jusqu'à la queue, sous les muscles de la nageoire dorsale;

l'inférieure descend verticalement, se réfléchit à angle droit sur l'apophyse transverse de la première vertèbre, suit la cannelure creusée sur le devant de cette apophyse, croise en dessous le nerf de la ligne latérale, contourne le bord postérieur de la clavicule, et gagne entre les deux premiers rayons de la nageoire thorachique, le tentacule qui s'en détache, et qu'il prolonge jusqu'à son extrémité, c'est-à-dire, jusqu'à la hauteur de la queue. Il n'y a pas de filets pour la nageoire abdominale.

Le volume du sixième nerf ou ptérigo-dorsal est au moins trois fois plus gros à proportion dans le silure que dans les gades.

Dans les autres silures, excepté le glanis, le volume de cette branche, à en juger par la grandeur du trou de l'occipital latéral, n'est guère moindre que dans le silure bagre à longs filets où je l'ai étudié. Les trous manquent tout-à-fait dans le silure glanis (saluth des Suisses); le nerf y manque donc aussi, car je n'ai point trouvé au crâne d'autre trou; à moins que le nerf ne passe par le même trou que la moelle épinière (1).

(1) Une dernière observation sur la cinquième paire des silures. Le nerf qui se rend au tentacule de la lèvre supérieure, est au moins double de ce qu'il est dans le barbeau, où, avons-nous dit, ce nerf est absolument aussi gros, sur un poisson de 15 pouces de long, que le nerf d'un des doigts de l'homme adulte. Cette proportion paraît pourtant exagérée dans la figure qu'en a donnée Weber pour le sil. glanis

Dans les *raies* et les *squales*, l'insertion à la moelle et la distribution des branches de la cinquième paire, diffèrent de ce qui se voit chez les poissons osseux. Les différences de distribution tiennent surtout à la situation de la bouche et des narines au-dessous de la tête et en arrière du museau, et à l'absence d'opercule et d'appareil branchiostége. Les différences d'insertion tiennent au volume considérable de chaque branche considérée séparément, volume qui est tel, jusqu'à l'insertion même, que chaque insertion, d'ailleurs distincte, doit occuper nécessairement plus de place. Et comme, ainsi qu'on l'a déjà vu, ce n'est point en avant que cette extension a jamais lieu, il en résulte que les parois du quatrième ventricule correspondent à plusieurs branches de la cinquième paire sur une plus grande étendue que chez pas un des poissons osseux, même dans les silures, les cyprins et les gades.

1°. *L'ophtalmique* comme chez les gades, s'insère sur le bord externe de la paroi supérieure du

(*de aure homin.* et anim., Léipsick, 1820, tab. V, fig. 30).

Néanmoins la proportion de ces deux branches des silures, fait que chez la plupart d'entre eux la cinquième paire y dépasse la mesure de tous les autres animaux, même les raies et les squales. Aussi le cervelet médian, dont le développement est lié avec celui de cette paire, y prédomine-t-il autant sur le reste de l'encéphale, que le cerveau dans l'homme. Il recouvre en avant les lobes optiques et la moitié des lobes cérébraux.

quatrième ventricule, dans un repli plus ou moins profond suivant les espèces, et dessiné en cet endroit par le cordon supérieur de la moelle. Le nerf, par sa couleur d'un blanc éclatant, montre bien qu'il n'est que juxta-posé et non continu avec la matière grise du cordon médullaire. Cette insertion se fait par deux racines (*pl.* I, *fig.* 1, et *pl.* III, *fig.* 4); la disposition de ces racines diffère des raies aux squales, et aussi dans chacun de ces genres d'une espèce à l'autre.

L'ophtalmique ainsi divisé en deux cordons ou rameaux, dès son insertion, ne cesse pas de l'être, en traversant le crâne, nonobstant l'adhérence plus grande de ces deux rameaux. Dans leur trajet à travers l'orbite, ils sont séparés par les muscles postérieur, supérieur et grand oblique de l'œil. Ils commencent à se rapprocher en avant du nerf optique. Avant de pénétrer dans le canal fibro-cartilagineux qui traverse la voûte de la narine, ils sont accolés l'un à l'autre dans les raies, mais sans anastomose. En passant sur la narine, entre la capsule membraneuse et le cartilage qui en forme la voûte, ils sont séparés du nerf olfactif par l'enduit noir et la membrane exhalante de cet enduit. Un filet détaché du rameau interne (*pl.* I et II, *fig.* 1), traverse obliquement la narine, pour se porter vers la glande qui se trouve en dehors de la narine. Cette couleur noire, déjà observée sur le nerf ophtalmique des raies et des squales dans son trajet

sur la narine, n'est qu'une transsudation de l'enduit noir tapissant en dehors la membrane qui revêt l'épanouissement du nerf olfactif. Comme cette couleur est extérieure au névrilemme, en disséquant sous l'eau elle disparaît, et le nerf reste aussi blanc qu'aucun autre.

J'ai fait observer (chap. II) qu'il n'en est pas de même pour le nerf optique, depuis la bulbe de l'œil jusqu'à son trou de sortie du crâne. La matière noire qui en forme la seconde enveloppe, est au contraire exhalée à l'intérieur du névrilemme, et en fendant celui-ci, on reconnaît que la matière colorante est un prolongement de l'enduit choroïdien. Mais sous le névrilemme même du nerf optique, la couleur noire reste extérieure à la matière nerveuse, et en disséquant dans l'eau, elle s'en sépare et laisse cette matière parfaitement blanche.

Au contraire, dans les esturgeons, l'ophtalmique est très-rudimentaire (*pl.* IV, *fig.* 4), il ne se prolonge pas jusqu'à la moelle. C'est un rameau du tronc antérieur de la cinquième paire qui donne et des nerfs maxillaires, et le nerf qui se distribue principalement aux barbillons.

2°. Il n'y a, comme dans presque tous les poissons, qu'un nerf commun aux deux mâchoires ; ce nerf (*c.*) est ici une division de celui que j'ai nommé sphéno-palatin. Celui-ci (*b.*[2]), sorti presque perpendiculairement du crâne, se place entre le nerf maxillaire commun et la membrane palatine,

passe sans lui donner un seul filet au-dessus de la mâchoire supérieure (*pl.* II, *fig.* 1), au-delà de laquelle il se ramifie dans l'opercule ou soupape de la narine, sans aller à la pituitaire. La presque totalité du nerf se ramifie dans les petites houppes de l'appareil gélatineux antérieur. Deux filets terminaux, dont l'un traverse l'appareil, vont jusqu'à la pointe du bec.

3°. La branche *b.*' inférieure, dans son trajet au globe de l'œil, comme la précédente, est réellement propre exclusivement aux raies. Tout-à-fait étrangère aux mâchoires, elle croise aussi la supérieure en-dessus, et se distribue en grande partie dans le second organe gélatineux *X.*''; il en sort un rameau qui s'accole à l'un des canaux de la mucosité, et le suit jusqu'à la pointe de l'aile de la nageoire.

4°. Enfin la cinquième branche (*d*) prend nécessairement dans ces deux genres, par le défaut d'opercule et d'appareil branchiostège, et en particulier dans les raies par le voisinage de l'oreille, une disposition tout-à-fait nouvelle.

C'est de toutes les branches celle dont l'insertion est la plus inférieure. Avant de sortir du conduit par où elle traverse le crâne, elle donne en arrière, chez les raies, un gros nerf, qui est l'acoustique. Elle longe ensuite le bord postérieur de l'évent, fournit d'abord des filets aux muscles de la paupière ou soupape de cette ouverture (*pl.* I, *fig.* 1)

qui semble servir de glotte dans ces animaux. Au-delà de l'évent, le nerf donne des filets aux muscles voisins, qui sont ici ceux des mâchoires seulement. C'est là le seul point commun pour la fonction entre cette cinquième branche et le nerf analogue des poissons osseux. La plus grande partie du nerf pénètre dans le troisième organe gélatineux; il donne aussi un assez grand nombre de filets juxta-posés, tout le long des rubans formés par des tubes muqueux particuliers (*pl.* II, *fig.* 1), lesquels sont très-distincts des tubes ordinaires, décrits et figurés par Monro, *pl.* 6.

L'on voit donc que la presque totalité des branches de la cinquième paire, au moins les trois quarts de sa masse, aboutissent à trois organes isolés, qui ne servent ni à une sécrétion de liquide, ni au mouvement. Il n'y a aucune trace de ces appareils hors du genre des raies; à plus forte raison dans les poissons osseux ou dans les autres classes. On a vu de plus que la grande majorité des nerfs de la cinquième paire des cyprins et des silures se distribuoit aussi dans des organes spéciaux, autres que ceux du mouvement, et nommés *barbillons* ou *tentacules*. C'est ici le lieu de décrire ces deux sortes d'organes, qui sont réellement pour leurs nerfs, ce que l'œil, l'oreille, les narines, sont pour les nerfs optique, auditif, etc.

Voici d'abord la description des *organes sensitifs propres aux raies*.

Il existe de chaque côté de la tête trois de ces organes disposés symétriquement. Le plus antérieur est situé entre la narine et le bec ; l'autre en dehors de la narine, plus rapproché de la face inférieure de la tête que de la supérieure ; le troisième est situé en dehors de l'évent, derrière l'articulation des deux mandibules et la masse de leurs muscles. Les deux premiers n'ont aucun autre organe continu ou adhérent à eux ; le troisième est continu par la face externe de sa capsule avec les trois rangs ou rubans de tubes qui s'étalent sous la partie antérieure de la face inférieure du corps. La structure de ces trois organes est uniforme. Une capsule fibreuse, très-résistante, fermée de toutes parts, excepté pour les nerfs qui y pénètrent, et qui sont étroitement serrés par leur ouverture, aux bords de laquelle le névrilemme paraît se continuer, enveloppe une masse d'un fluide gélatineux, transparent, de consistance de gelée. Dans cette gelée, se ramifient, sous forme arborescente, les nerfs dont les filets se terminent tous par de petites houppes mamelonnées et opaques. L'ensemble de ces houppes forme une sorte de grappe visible à travers la gelée transparente (*pl.* I et II). Un seul de ces organes avait été reconnu et figuré par Monro (*pl.* VII). Aucun de ces organes ne reçoit de vaisseaux sanguins, apparents sans injection. Et s'il y en existe, ils sont certainement très-disproportionnés aux nerfs. Ce qu'il y a de certain, c'est

qu'aucun conduit ne sert de débouché à ces capsules. L'organe postérieur ne communique aucunement avec les tubes des rubans muqueux qui l'entourent, et les deux antérieurs n'ont aucun contact avec rien qui ressemble même à ces tubes. Tous sont entourés de ce tissu gélatiniforme, qui ne se voit que dans la tête des raies et des squales. Ils ne communiquent pas d'avantage avec les conduits de la mucosité ordinaire. Et en outre, ces tubes disposés en rubans autour du troisième organe des raies, ne se retrouvent plus hors de ce genre.

Dans les torpilles (voy. *pl.* V, *fig.* 2) cette branche, bien plus considérable à proportion que dans les raies ordinaires, est de beaucoup la plus grosse de la cinquième paire. Mais elle se partage en deux tronçons d'une structure fort différente. Le tronçon ou rameau antérieur (K^1) de la même texture que les nerfs ordinaires, contourne le bord postérieur de l'évent, se dirige en dehors et en avant, et à la hauteur de l'œil s'approche du bord de l'appareil électrique, mais sans y envoyer un seul filet. Dans le reste de son trajet, il contourne en avant et en dehors cet appareil, jusque près de son extrémité postérieure, où il se termine vis-à-vis du dernier nerf électrique venu de la huitième paire. Près de son embranchement avec le rameau postérieur, il émet quelques filets pour les muscles des mâchoires.

Le tronçon postérieur, de beaucoup plus volumineux, a, dès son insertion à la moelle, tous ses filets libres, isolés et parallèles, retenus seulement les uns aux autres par un tissu filamenteux, lequel à l'extérieur forme une espèce de gaine membraneuse. L'écheveau qui en résulte, se divise en deux rubans au moment de pénétrer dans le tiers antérieur de la batterie électrique qu'il anime. Chacun de ces rubans marche entre les tubes membraneux hexagones et verticaux dont l'agglomération constitue l'organe électrique. Le ruban supérieur est à découvert sur la *fig.* 2, *pl.* V; l'autre parcourt le plan intermédiaire au tiers inférieur et au tiers moyen de l'épaisseur de l'appareil. Les filets terminaux de ces deux nerfs se répandent dans les membranes et dans les diaphragmes transversalement étagés des tubes hexagones, et même quelques-unes s'épanouissent dans la gelée qui les remplit. En quoi ils diffèrent beaucoup des nerfs des appareils des raies qui se terminent uniquement dans les houppes opaques, semées dans la gélatine de ces appareils. Il n'y a de commun entre la batterie électrique des torpilles et ces appareils des raies, que le parfait isolement des cavités de ces organes, au moyen de l'enveloppe fibreuse circonscrite. L'inspection de la *fig.* 2 de la *pl.* V, donne une idée très-juste de cette batterie, qui a plus d'un pouce d'épaisseur sur l'individu qui a servi au dessein. On voit que tous ces tubes

ne sont pas d'un calibre uniforme. Les cloisons qui y interceptent des chambres, sont au nombre de sept ou huit par chaque tube. Ces cloisons sont continues à la membrane du tube.

Des barbillons. Dans les poissons osseux et chez les esturgeons, chaque barbillon est formé par de gros nerfs, de gros vaisseaux, et un tube à peu près conique d'un tissu fibreux ouvert seulement aux vaisseaux, et à quelques filets du nerf qui se juxtapose à la surface. Ce tube fibreux à parois albuginées et épaisses, rappelle l'enveloppe des corps caverneux de la verge des mammifères. Son calibre est traversé par des filaments rougeâtres continus à la membrane qui revêt la cavité. Cette membrane semble une expansion de la membrane interne des veines et des artères. Cette cavité paraît toujours pleine d'un sang épanché. Car les intersections filamenteuses qui traversent la cavité, ne sont pas la continuation du calibre même des vaisseaux sanguins. Le sang paraît donc ici épanché entre les extrémités des artères et celles des veines. Les barbillons s'insèrent toujours sur l'os voisin, par un tissu dense, continu au périoste, comme pour les corps caverneux. Les nerfs se distribuent en se ramifiant, aussi peu que ceux des doigts de l'homme, entre la peau et la surface du tube. Très-peu de filets nerveux pénètrent dans la cavité vasculaire. Presque tous se terminent dans les pa-

pilles de la peau du barbillon, ou deux jours de macération les rendent très-visibles.

Dans les cyprins (*pl.* X, *fig.* 1 et 2), chaque barbillon reçoit deux rameaux nerveux, l'un supérieur, l'autre inférieur. Il en est de même pour les barbillons maxillaires des silures. Ceux des nageoires reçoivent un rameau unique, qui ne se ramifie qu'à mesure qu'il avance vers la pointe du tentacule.

Dans la lamproie (*pl.* VI, *fig.* 1), la cinquième paire est le seul nerf qui ait un grand volume proportionnel. Le tronc de chaque nerf surpasse au moins deux fois le calibre de la moelle. Il n'a que deux branches, l'ophtalmique et le maxillaire, qui, à l'exception de quelques filets capillaires pour les muscles de la bouche et de l'hyoïde, se distribuent dans le vrai tissu érectile qui forme le bourrelet, ou la lèvre circulaire et mobile de l'anneau maxillaire. L'aspect de ces nerfs est d'un gris cendré particulier aux nerfs, et même au système cérébro-spinal de ce poisson.

L'insertion du tronc de la cinquième paire à la base du lobe du quatrième ventricule, est fort remarquable par sa distance au bord supérieur de ce lobe, et par la continuité de ses fibres avec la matière cérébrale (*pl.* III, *fig.* 10). Ce tronc, après avoir traversé la pie-mère, prend une couleur blanchâtre très-distincte de celle qu'il a en dehors

de cette membrane, et de celle même de cette enveloppe qui ne se continue pas sur la moelle par les racines des nerfs, comme dans les autres poissons.

La cinquième paire peut donc, suivant les genres dans les poissons, offrir cinq sortes de nerfs sans analogues dans les trois autres classes : l'une distribuée à la queue et aux nageoires; l'autre aux différentes surfaces de l'opercule et de la membrane branchiostège, dans les poissons à branchies libres; à des organes particuliers et à l'oreille dans les raies; la troisième aux barbillons dans les poissons à branchies libres; la quatrième à ceux des organes particuliers situés en avant de la bouche des raies; la cinquième à la batterie électrique des torpilles.

Dans les reptiles.

Voici la composition et la distribution de la cinquième paire chez les serpents, d'après la vipère fer-de-lance de la Martinique, et les serpents à sonnette. Les trois branches ophtalmique, maxillaires, supérieure et inférieure, sortent par un même trou où elles sont réunies en un seul ganglion.

L'*ophtalmique,* presque du même volume que le maxillaire inférieur, traverse d'arrière en avant l'orbite, au-dessus du nerf optique, d'abord placé sous le muscle supérieur de l'œil et sous l'espèce d'arcade que la glande lacrymale, ici réunie à la parotide, forme au globe de l'œil. Il parvient,

après avoir donné à cette glande qui secrète le venin, plusieurs filets, sur le dos de la narine, où il se divise en deux rameaux; le plus gros se porte dans la *fosse préoculaire*, propre à ces vipères et aux serpents à sonnette; l'autre, plus ténu, semble pénétrer dans la narine. Je n'ai pu voir aucun filet se rendre dans l'œil.

Le *maxillaire supérieur* est presque aussitôt séparé en deux rameaux, chacun aussi volumineux que l'ophtalmique et le maxillaire inférieur réunis. Chacun d'eux passe au-dessus des muscles ptérigo-maxillaires, qui, attendu leur excès d'action, et partant de volume dans ces animaux, forment le plancher de l'orbite. Le rameau externe longe le bord de la lèvre supérieure, et pénètre dans la partie inférieure de la cavité préoculaire; l'autre marche parallèlement au vomer, le long du bord interne de l'os ptérigoïdien externe, contourne la partie postérieure de la portion verticale du maxillaire, et débouche dans la fosse préoculaire, où il s'épanouit dans la membrane qui la tapisse.

Voici donc trois nerfs de la cinquième paire épanouis dans la membrane qui tapisse cette cavité, et qui semblent n'exister que pour elle. Le peu de filets qu'ils fournissent ailleurs, excepté le nasal, est presque imperceptible.

Le *maxillaire inférieur* se dirige d'abord entre le crâne et la couche des muscles dilatateurs de la mâchoire inférieure, puis il traverse ces

muscles, et pénètre dans l'os maxillaire par la face externe de sa partie articulaire. Dans les autres animaux, c'est au contraire par la face opposée qu'il pénètre dans le canal maxillaire. Il ne fournit à ces énormes muscles des mâchoires, que des filets presque imperceptibles, de sorte qu'en entrant dans le canal mandibulaire, il n'a rien perdu de son volume. La mâchoire inférieure n'a de dents qu'à son extrémité antérieure, où elles croisent en avant, au nombre de quatre ou cinq de chaque côté, la pointe des crochets venimeux. Le nerf n'a donc pas eu de filets à fournir le long de l'os, jusqu'au trou mentonnier, qui par une autre anomalie est ici interne, tandis qu'il est externe dans les mammifères et les oiseaux. Les trois quarts du nerf maxillaire inférieur, sortent par ce trou en un gros rameau, qui se réfléchit en arrière, et à travers les plans musculaires, qui, du bord de l'os maxillaire, se portent à la langue, il s'anastomose à la hauteur de la glotte, c'est-à-dire, du fourreau de la langue, avec le rameau lingual de la huitième paire, dont nous parlerons.

De cette anastomose, partent de nombreux rameaux, qui se distribuent dans l'épaisseur et à la surface de la partie antérieure de la langue, et dans ses deux pointes.

Comme chez les poissons, pour la branche operculaire, la cinquième paire de ce reptile, com-

munique, avec la huitième paire, par un filet semblable à celui que l'on voit (*pl.* XI, *fig.* 1) sur le barbot.

Dans les autres serpents, venimeux ou non, mais tous dépourvus de fosse préoculaire, la cinquième paire est moitié plus petite à proportion que dans les deux genres précédents. Son développement n'est pas plus grand dans les lézards, où l'ophtalmique, distribué presque tout entier aux narines, est à proportion plus gros que les autres nerfs de la cinquième paire. Dans le caméléon il est encore moindre relativement. Et ce qui est étonnant, malgré l'excès de grandeur et de complication de la longueur de ce lézard, la cinquième paire n'y envoie pas de nerf. A plus forte raison n'en donne-t-elle pas non plus à la langue, si peu protractile, des autres lézards. Le nerf ophtalmique est encore assez développé, il se rend dans un petit organe glanduleux, situé au-devant de l'œil.

D'après M. Cuvier, la branche ophtalmique des tortues de mer se distribue surtout aux deux glandes lacrymales.

Le nerf maxillaire supérieur, en passant sous l'œil, donne aussi beaucoup de filets à la glande lacrymale, puis se divise en deux rameaux, qui sortent de l'orbite par deux pointes opposées et s'anastomosent sur la face, après avoir donné des filets au palais et à l'orbite.

La branche inférieure se comporte comme nous allons voir celle des oiseaux.

Chez les oiseaux.

Le nerf *ophtalmique* sort constamment par un trou particulier en dehors et en avant du trou optique ; il se contourne sous la voûte de l'orbite , où il ne donne que des filets imperceptibles pour la conjonctive. Il n'a qu'une branche principale, qui pénètre par un trou du frontal antérieur sous l'os du nez, passe au-dessus et en dedans des narines, accolé à la lame ethmoïdale. En traversant le frontal il s'en détache deux filets ; l'extérieur devient sous-cutané, il se dirige vers l'orifice de la narine et s'épanouit dans la peau de cet endroit, appelée *cire*. L'autre est bientôt divisé en deux. Le filament externe s'épanouit sur la partie maxillaire de la pituitaire; et l'interne, dans la pituitaire du cornet supérieur.

Le nerf, à travers un conduit osseux percé dans l'épaisseur de l'inter-maxillaire, parvient ensuite jusqu'au bout du bec, où il s'épanouit à la surface palatine de l'os, sous la corne ou la membrane de cet endroit, par autant de petites rainures osseuses qu'il y a de filets. Le nombre en est très-variable, aussi-bien que la grosseur même du nerf et le calibre de son canal. Le *minimum*, sous ce double rapport, se trouve dans les gallinacés , le *maximum* dans le

scolapax et les palmipèdes, surtout dans les canards et les cygnes. Dans les passereaux l'ophtalmique se divise en deux rameaux au-dessous et au-devant de la narine, l'externe plus gros longe le bord du bec, l'interne plus petit, parallèle à son analogue, est plus rapproché du palais. Tous deux vont jusqu'au bout du bec. Dans les corneilles, en passant au-dessus du nerf optique, la branche ophtalmique reçoit de la troisième paire une anastomose de deux ou trois lignes de long. Le filet de cette anastomose vient de la partie antérieure du plexus iridien ou choroïdien, formé par la deuxième branche de la troisième paire; plexus que je n'ai vu que dans ces seuls oiseaux (voy. chapitre II).

Le *maxillaire supérieur*, chez les canards, les cygnes et autres palmipèdes, sort par le même trou que l'inférieur, justement au-dessus et en dedans de l'os carré ou caisse. Il passe sous l'œil, mais en entrant dans l'orbite il donne aussitôt une branche, qui s'anastomose avec le facial et se porte aux glandes de l'angle postérieur des paupières et au muscle orbiculaire de ces voiles. Le tronc même du nerf ne reçoit aucun filet du facial; il fournit encore un filet divisé, pour les muscles de la mâchoire inférieure, ensuite pénètre dans un canal, formé dans l'épaisseur du maxillaire et du palatin, puis de l'inter-maxillaire chez les palmipèdes, et s'y distribue dans les denticules de la mâchoire

supérieure et dans sa lèvre, en s'y épanouissant sous la membrane cornée qui les revêt.

Dans les gallinacés, les passereaux et tous les oiseaux à bec fin, cette branche n'existe pas, et le maxillaire supérieur ne consiste que dans les deux rameaux qui vont l'un aux muscles ptérigo-maxillaires, l'autre dans l'orbiculaire des paupières, et les glandes ou criptes muqueux de l'œil.

Le *maxillaire inférieur* fournit d'abord des filets aux muscles ptérigo-maxillaires, puis pénètre dans le canal maxillaire par la face interne, comme chez les mammifères. Il s'y divise en deux rameaux, l'externe plus petit, perce presque aussitôt l'os maxillaire, et se répand à la face externe de la mandibule sous la peau ou la gaine de corne. L'autre interne, et de beaucoup le plus volumineux chez les canards et les cygnes, où il surpasse absolument le volume du nerf maxillaire inférieur de l'homme, se porte jusqu'à l'extrémité de la mandibule, en s'épanouissant à la manière du maxillaire supérieur, dans les denticules du bec.

Dans les gallinacés et oiseaux à bec fin cette branche n'est que rudimentaire, et l'externe n'existe même pas. Dans les passereaux et gallinacés, il n'y a pas de nerf lingual; les canards, les cygnes, etc., en ont un rudimentaire.

Chez les mammifères.

Mes recherches particulières et celles du professeur Rolando donnent aujourd'hui plus de précision aux résultats déjà cités des observations de Gall, sur la terminaison de la cinquième paire à la moelle dans les mammifères. Et d'abord, il est facile d'observer dans les mammifères, où l'étage inférieur de la protubérance est le plus étroit (par exemple, les insectivores et les rongeurs), que les fibres d'insertion se partagent en deux faisceaux. L'un, supérieur et latéral, se réfléchit en haut, et même un peu en avant dans le pédoncule du cervelet qu'il a d'abord recouvert en le croisant; l'autre, plus profond, se dirige dans le sens de l'axe, dans un sillon du cordon supérieur de la moelle, si élargi au-dessus des olives et des pyramides (voy. *pl.* IV, *fig.* 4), et finit par s'implanter dans ce cordon, au-delà des olives. Plus la protubérance, les pyramides, les olives et les pédoncules moyens et postérieurs du cervelet sont développés, plus ce faisceau, dont le développement est inverse, est situé profondément dans toute sa longueur, et réciproquement. Voilà pourquoi il est si apparent dans la taupe, où, avec son analogue, il forme un encadrement si prononcé aux olives et aux pyramides (*pl.* IV, *fig.* 4), et pourquoi il est d'autant plus caché profondément,

qu'on passe des ruminants aux carnassiers, aux singes et à l'homme. Ainsi, l'on voit (*pl.* XIII, *fig.* 7), sur une coupe de la protubérance de l'homme faite près du bord postérieur de cet organe, sur une autre coupe faite deux lignes plus en arrière (*fig.* 9), sur une troisième (*fig.* 10) faite à l'extrémité postérieure des olives, que ce faisceau (le seul qui existe dans l'homme et les singes), situé dans une rainure de la face extérieure du cordon supérieur de la moelle, reste toujours très-distant de la surface inférieure de la moelle allongée. Et comme ce faisceau est relativement très-petit, il ne se prononce pas à l'extérieur par le relèvement des parties qui le recouvrent.

Une coupe faite à la hauteur de l'angle du quatrième ventricule (*fig.* 11 bis) ne montre plus que les tubercules cendrés dans le prolongement de la direction de ce faisceau. On voit sur cette figure combien, depuis la diminution et surtout la disparition de ce faisceau, les cordons supérieurs de la moelle diminuent de volume et se rétrécissent, conformément à la loi, suivant laquelle les segments du système cérébro-spinal se renflent, là où s'insèrent les nerfs de sensibilité ; combien au contraire grossissent et s'élargissent les cordons inférieurs. Une coupe faite sur la pointe postérieure des pyramides inférieures, montre combien ce rapport inverse entre les deux paires de cordons se prononce rapidement au-delà.

Dans les ruminants (le bœuf, par exemple), où la proportion de la cinquième paire est bien plus grande que dans l'homme, une coupe faite près du sommet du quatrième ventricule, montre ce faisceau plus calibré relativement, et plus rapproché de la surface, parce que les pédoncules moyens et postérieurs du cervelet sont relativement moins épais.

On voit donc clairement pourquoi dans les trois classes d'ovipares où il n'existe ni protubérance, ni olives, ni pyramides, ni lobes latéraux du cervelet, où par conséquent les pédoncules postérieurs de cet organe sont au minimum ; toutes les branches de la cinquième paire, qu'elles restent ou non distinctes et séparées jusqu'à la moelle, y sont à découvert jusqu'au sommet de leur insertion.

Tout le monde connaît la distribution des branches de la cinquième paire, chez l'homme : comme elle est à peu près la même chez les autres mammifères, nous n'en rappellerons que le plan général.

L'*ophtalmique* sort par la fente sphénoïdale : en entrant dans l'orbite, il se divise en trois rameaux ; 1° le nazal, inférieur et interne, se sépare en deux filets. L'un dirigé, vers le nerf optique, sur son bord externe, s'unit à un filet de la troisième paire, pour former le ganglion ophtalmique, d'où part le plus grand nombre de nerfs ciliaires. D'autres nerfs ciliaires viennent directement du rameau ethmoïdal, et semblent avoir d'autres pro-

priétés que ceux qui proviennent du ganglion.

Le filet ethmoïdal se divise en deux filaments. Le plus postérieur rentre dans le crâne, où il se place à la superficie de la lame criblée de l'ethmoïde sous le lobe olfactif, et la traverse d'arrière en avant pour pénétrer dans la narine au-dessus des cornets supérieurs.

Le filet facial du rameau nazal se porte vers l'angle interne et supérieur de l'orbite, près de la poulie du rotateur supérieur de l'œil, et se distribue à la peau du voisinage, et à la conjonctive. Il va au larmier dans les ruminants pourvus de cet organe.

2°. Le rameau frontal contourne la voûte de l'orbite, envoie un filet aux parties supérieures de la peau de l'angle interne de l'œil ; le rameau principal se réfléchit sur l'arcade du sourcil, et se répand sur le front et le crâne.

Dans les animaux qui n'ont qu'un rudiment de l'œil, sans nerf optique, le desman et la taupe, par exemple, tous ces rameaux cutanés se prolongent dans le museau ou dans l'espèce de trompe que forme le nez, et y augmentent la proportion des nerfs. Deux filaments très-minces et séparés, comme les précédents, du tronc du maxillaire supérieur à son entrée dans la fosse temporale, se rendent seulement à l'espèce de pédicule fibreux, sur lequel est porté le vestige d'œil de ces animaux. M. Magendie ni moi n'avons jamais pu suivre jus-

que dans l'intérieur de ce petit œil celui de ces filaments qui s'en approche le plus. Tous deux ont été fort exactement représentés par Carus. (*Zootomie*, *pl.* XIX, *fig.* 6. Pour la cinquième paire du desman, voy. Pallas, *in act. petrop.*, t. V, *pl.* V, *fig.* 6.)

Enfin, le troisième rameau de l'ophtalmique, toujours proportionné au volume de la glande lacrymale, en porte aussi le nom. Ce sont surtout des filets de ce rameau qui se distribuent à la conjonctive. Quelques-uns percent l'os jugal et s'anastomosent avec des filets du temporal profond.

Le ganglion ophtalmique n'a aucune connexion avec le moindre filet du grand sympathique. Il se trouve formé sur le point où tendent à se réunir le principal filet oculaire du rameau nazal et le rameau oculaire ou iridien de la troisième paire. Tous les nerfs iridiens, excepté ceux qui viennent directement du rameau nazal de l'ophtalmique, sortent du ganglion. Il est toujours plus constant et plus gros à proportion dans les espèces de chats et les ruminants, que dans l'homme.

Les mammifères offrent trois combinaisons différentes, relativement aux nerfs qui pénètrent dans l'œil pour se rendre à la choroïde et à l'iris. 1° Dans les espèces du genre des chats, le ganglion ophtalmique a les mêmes connexions que dans l'homme; mais son volume est au moins triple à proportion, et les nerfs iridiens sont plus gros et plus nombreux dans le même rapport.

2°. Dans les espèces de genre chien, ce ganglion ophtalmique, plus gros à proportion qu'il ne l'est ordinairement chez l'homme, est formé par l'intersection de deux, trois ou quatre filets partis de l'embranchement de la branche musculaire externe, avec la branche musculaire interne de la troisième paire. Il ne reçoit aucun filet de la cinquième paire. Les filets iridiens provenant du ganglion, marchent en spirale autour du nerf optique. Au moment de pénétrer dans la sclérotique, l'un d'eux s'anastomose avec un filet de la cinquième paire, séparé de la branche nazale de l'optalmique près de son origine.

3°. Dans le cheval il n'y a pas de trace du ganglion ophtalmique. Aucun filet de la cinquième paire ne pénètre dans l'œil. Un ramuscule très-petit de la troisième paire, et moindre que la quatrième paire de l'homme, se divise en trois ou quatre filets, qui entrent dans l'œil à environ trente degrés de l'insertion du nerf optique. Un seul de ces filets est bien apparent dans les graisses qui entourent le nerf optique. La somme des filets iridiens, vus sur la choroïde, n'est pas les deux tiers de celle des mêmes nerfs dans l'homme, ni le douzième de celle du lion. Il en est de même dans les lapins et les cochons-d'Inde que dans le cheval.

La branche *maxillaire supérieure*, sortie du crâne par le trou du sphénoïde, appelé rond, se porte presque horizontalement en avant, et d'au-

tant plus que le museau est plus allongé dans les chiens et les ruminants, par exemple.

Chez l'homme, avant d'entrer dans l'orbite, cette branche fournit presque aussitôt un petit filet qui y pénètre par la fente sphéno-orbitaire, et va se réunir à un autre filet du lacrymal, avec lequel il sort de l'orbite par un trou de l'os jugal, pour s'anastomoser en dehors avec quelques filets du rameau frontal du nerf facial.

Dans les chiens, le rameau lacrymal vient tout entier du maxillaire supérieur avant son entrée dans l'orbite. Il ne reçoit point de filets de l'ophtalmique, sort par une petite poulie sous le bord extérieur de l'arc de l'orbite, et, en s'épanouissant sur la peau de l'angle externe de l'œil, s'anastomose avec la grande arcade nerveuse que le facial donne au-dessus de l'œil.

Avant d'entrer dans l'orbite, à la fosse ptérigo-maxillaire, il se détache inférieurement un ou deux rameaux, qui, presque toujours, subissent un renflement nommé *ganglion sphéno-palatin*. De ce ganglion ou, quand il manque (et il n'en existe aucune trace dans les chats, les chiens, les ruminants, les rongeurs, le cheval, etc.), de la partie correspondante du rameau unique descendant, naissent intérieurement deux ordres de filets, appelés sphéno-palatins; ils entrent dans la narine par le trou de ce nom. Les antérieurs se portent sur la paroi externe de cette cavité et dans les cornets;

les postérieurs, plus gros, passent au-devant du sinus sphénoïdal; l'un deux, appelé nerf de *Cotunni*, se porte le long de la cloison jusqu'auprès du trou incisif, au-devant duquel il traverse le palais par un trou séparé, et s'épanouit derrière les incisives supérieures, dans le tissu érectile de cet endroit. De la partie postérieure du ganglion, ou du rameau palatin, quand le ganglion manque, part, en se dirigeant à travers un canal qui traverse l'apophyse ptérigoïde à sa base, le nerf vidien, qui dans le sinus caverneux se divise en deux filets. Le supérieur rentre dans le crâne sur la pointe du rocher, et, passant par l'aquéduc de Fallope, va s'unir au nerf facial avant la séparation de la corde du tympan d'avec ce nerf. Le filet inférieur, plus gros, descend dans le canal carotidien, et va se réunir à ceux des filets du grand symphatique, qui ne vont pas à la sixième paire.

Les nerfs palatins naissent, ou du bord inférieur du ganglion, ou de ce bord et du tronc même du maxillaire supérieur, ou seulement de ce tronc, quand le ganglion manque. D'abord réunis en un seul cordon, engagé dans le conduit ptérigo-palatin, ce cordon se divise bientôt en rameaux engagés eux-mêmes dans autant de conduits osseux séparés. Les uns se portent vers la narine et s'épanouissent sur les cornets moyens et inférieurs, d'autres sur la membrane gutturale du voile du palais. Le plus gros de tous est le nerf palatin. Il

sort de eelui de ces conduits osseux qui débouche par le trou palatin postérieur, se réfléehit sous la voûte du palais, et se porte en avant en deux ou trois filets sous la voûte palatine.

Au-delà du tronc sphéno-palatin, la branche maxillaire, avant d'entrer dans le canal sous-orbitaire, fournit d'abord le nerf alvéolaire, dont le plus grand nombre des filets pénètre dans les alvéoles des molaires. Un seul, plus antérieur, pénètre dans le sinus maxillaire par la partie la plus reculée, et s'y anostomose avec d'autres filets récurrents du sous-orbitaire, avant son débouehé sur la joue. D'autres filets, l'un, entre autres, qui vient du tronc même du maxillaire en avant de l'alvéolaire, se porte dans les muscles des lèvres, et surtout dans le muscle canin.

Enfin, engagés dans le conduit sous-orbitaire, tous les filets, excepté le réeurrent qui pénètre dans le sinus maxillaire, vont s'épanouir à la peau des joues, de l'aile du nez, et des lèvres, où ils s'anastomosent avec des filets du facial.

Dans le lapin et le coehon-d'Inde, c'est du maxillaire supérieur que vient le nerf du muscle de la paupière supérieure.

Dans le chien, les ehats, etc., les eommunieations de la cinquième paire, soit avec le grand sympathique, soit avee le nerf faeial par le nerf vidien, n'existent plus. Ce nerf et le ganglion sphéno-palatin n'existent pas eux-mêmes. Le tronc

même du maxillaire supérieur reçoit cette communication avant de sortir du crâne, par la prolongation du filet du grand sympathique, qui s'est réuni lui-même avec la sixième paire, dans le sinus caverneux. C'est par la convexité d'un arc décrit par ce filet, que cette dernière réunion a lieu.

Dans les lapins, il n'existe ni nerf iridien, ni ganglion sphéno-palatin, ni nerfs nazaux qui en émanent, ni communication directe ou indirecte du tronc du maxillaire supérieur ou de toute autre branche de la cinquième paire avec le nerf facial.

Dans les mammifères où manque le ganglion sphéno-palatin, le nerf maxillaire supérieur s'avance sans division, jusqu'au-dessus du renflement alvéolaire de la deuxième molaire supérieure. Là il se divise en deux faisceaux. Les filets du faisceau interne sont supérieurs et pénètrent dans la narine par des trous correspondants du maxillaire; les filets de l'autre faisceau traversent le palatin obliquement de dehors en dedans, et débouchent sur la voûte palatine, au-devant de son tiers postérieur.

Les filets nazaux se divisent en deux fascicules: 1° l'interne plus petit passe au-devant du corps du sphénoïde, divisé en deux filaments, qui se prolongent sur toute la moitié inférieure de la cloison; 2° l'antérieur, plus volumineux, se réfléchit sur l'os maxillaire en avant, en suit la paroi, et se dis-

tribue inclusivement dans les cornets moyen et inférieur. Ces filets ont dans les chiens plus de volume que le rameau palatin. Les filets dentaires, provenant des uns et des autres, sont très-petits.

La masse du nerf, plutôt accrue que diminuée après la séparation de tous ces filets, parcourt le conduit sous-orbitaire et sort par la fosse canine. Des filets épanouis dans la peau, les plus gros se distribuent aux bulbes des poils. Mais le principal rameau de chaque côté, après avoir contourné la lèvre, se replie en haut dans le sillon muqueux de la cloison extérieure des narines, où les filaments s'entrelacent dans un vrai tissu érectile avec beaucoup de vaisseaux sanguins. Ce filet, toujours très-remarquable dans les animaux pourvus de mufle, l'est surtout par son volume dans les chiens à narines fendues, et renommés pour l'excellence de leur odorat.

Dans un lapin, la masse de ces nerfs égale absolument celle du même nerf dans l'homme. Par la différence des proportions des têtes, on peut juger de l'excès des nerfs du lapin.

Chez l'ours (*noir d'Amérique*), trois petits rameaux seulement dont la somme est moindre que la moitié des mêmes nerfs du lapin, se distribuent principalement aux bulbes des moustaches, et fournissent à peine des filets au reste des lèvres et du nez (1).

(1) Je n'ai pu, malgré mes recherches réitérées, trouver

3°. Le *maxillaire inférieur*, la plus grosse branche de la 5ᵐᵉ paire dans l'homme et les singes, sort par le trou ovale du sphénoïde. C'est à ce nerf et sur sa face inférieure que se rendent les filets d'origine inférieure de cette paire, et qui ne passent point par son ganglion. Aussi des trois divisions de la cinquième paire, fournit-elle seule des rameaux musculaires. Sœmmering a le premier observé cette composition du maxillaire inférieur par des filets d'origine différente. Il a aussi observé qu'au sortir du trou ovale, cette portion d'origine inférieure devient antérieure à l'autre, avec laquelle elle se confond bientôt. Il est aisé de voir que le nerf lingual et le nerf dentaire ne sortent point de cette partie du faisceau commun, où sont entrés les filets d'origine inférieure.

Dans l'homme, le nerf maxillaire inférieur se divise en sortant du crâne en deux portions, l'une supérieure et externe, où entrent les filets d'origine inférieure, l'autre inférieure et interne.

De cette première portion, viennent les rameaux musculaires pour le temporal, le masseter, le buccinateur, et les ptérigoïdiens. Ceux du temporal vont, en suivant les parois osseuses de la fosse zygomatique et temporale, se perdre dans les fibres du muscle de ce nom. Celui du masseter passe entre le

dans les chiens et les lapins ce ganglion de la branche sphéno-palatine, dont parle M. Cuvier, t. II, pag. 210, de ses leçons.

condyle et l'apophyse coronoïde de la mâchoire inférieure. Le buccal se dirige en avant entre les deux muscles ptérigoïdiens. Le ptérigoïdien est le plus petit et le plus interne de tous. Enfin le temporal superficiel passe entre le conduit auditif et le condyle, et se distribue à la face antérieure de l'oreille et à la peau de la tempe, après s'être anastomosé avec le facial.

Le lingual se sépare le premier de la partie interne et inférieure de la branche. Il reçoit, un pouce au-dessous, l'anastomose de la corde du tympan, puis se place entre le ptérigoïdien interne et la mâchoire, puis entre la glande maxillaire et la membrane de la bouche, et se rend vers la surface supérieure de la langue dans l'intervalle du génioglosse et du muscle lingual.

Le nerf dentaire, avant d'entrer dans le canal maxillaire, donne un rameau ou faisceau de filets, appelé mentonnier. Il finit par contourner le bord de l'os maxillaire inférieur, donne quelques filets à la glande maxillaire, ou quelquefois il forme un plexus avec des filets du lingual qui s'y rendent aussi. Quelquefois il y a un ganglion. Puis il se distribue à la peau et aux bulbes des poils de la barbe.

Le nerf dentaire ne donne aux dents que des filets très-petits. Il sort presque tout entier par le trou mentonnier pour se distribuer à la peau de la lèvre inférieure et un peu à ses muscles.

Dans le chien et le lapin il n'y a de différence que pour le nerf temporal superficiel, qui se rend à l'oreille. Ce rameau né, ainsi que le masseterin, dès la sortie même du nerf, traverse la cavité glenoïde derrière le condyle. Enveloppé dans ce trajet, par le tissu fibreux de la capsule articulaire, il se replie en haut pour se distribuer à la partie antérieure de l'oreille. Ce nerf manque aux lapins et autres rongeurs, où la cavité glenoïde, étendue longitudinalement, mettrait obstacle à son passage. Il est en partie remplacé par des filets prolongés de la branche auriculaire du premier nerf cervical.

Le masseterin du chien passe comme celui de l'homme, dans l'échancrure sigmoïde de la mâchoire.

Dans le lapin, où le masseter est en-dedans, ce nerf se rend à l'oreille, et représente le temporal superficiel.

Enfin il faut observer que dans les chiens la cinquième paire se confond avec l'auditif, en s'insérant au cerveau de la même manière que l'on a vue dans les raies.

La cinquième paire ne communique donc pas constamment avec le grand sympathique, dans les mammifères et les autres classes.

Elle communique constamment avec le facial dans les mammifères par la corde du tympan.

Elle ne communique avec le facial chez les oi-

seaux que dans les palmipèdes, les stryx, et point chez les passereaux, les galinacés, etc., où ce nerf manque.

Elle communique avec le sympathique, chez les poissons, par la branche operculaire sans analogue, dans les autres classes; chez l'homme par le ganglion sphéno-palatin; chez les chiens par le filet terminal du sympathique, filet déjà anastomosé lui-même avec la sixième paire. Il en résulte dans le chien une relation de la cinquième avec la sixième paire, qui n'existe pas dans l'homme.

Dans les mammifères elle communique avec le facial par le rameau temporal superficiel de la troisième branche; par le rameau jugal du lacrymal, lequel vient de l'ophtalmique chez l'homme et du maxillaire supérieur dans le chien; par le frontal et le nazal cutané, tous deux séparés de l'ophtalmique chez les chiens. Ces deux anastomoses n'ont pas lieu chez les lapins; la dernière seule a lieu chez l'homme, par les nerfs sous-orbitaires, dentaire et mentonnier. Chez l'homme et les singes elle communique encore avec le nerf facial par le filet crânien du nerf vidien.

Dans les serpents avec le rameau glosso-laringien du nerf vague.

Dans les oiseaux, elle ne communique ni avec le nerf vague, ni avec le sympathique.

C'est dans les chiens que les communications sont le plus nombreuses, puisqu'elles ont lieu avec le

facial, le sympathique, et la sixième paire. Cette dernière communication manque dans l'homme. Dans le lapin, il n'y en a qu'avec le facial, mais il y en a une nouvelle avec l'auditif même.

On n'avait pas encore remarqué que chez les chiens, parmi les carnivores, les lapins et les cobaies, parmi les rongeurs, le nerf auditif est réellement un embranchement de la cinquième paire. Cela est pourtant de toute évidence. En soulevant le cervelet, sur l'encéphale en position, on voit la cinquième paire obliquement en avant, et l'acoustique perpendiculairement en dehors, sous forme de ruban médullaire horizontalement aplati, se réunir par leurs bords opposés avant l'insertion de chacun des deux nerfs à la bande de la protubérance qui se rend dans la partie postérieure du pédoncule du cervelet. Et comme la protubérance est extrêmement étroite et mince dans les rongeurs, à cause de la presque disparition des hémisphères du cervelet, la partie supérieure de la protubérance paraît seulement formée par la continuation du ruban médullaire, dans lequel s'enchâssent la cinquième et la septième paire, dont les fibres se continuent réellement avec celles de la partie blanche du cervelet. Cela est surtout visible dans les cobaies et les lapins. En outre, dans ceux-ci, le bord du quatrième ventricule, correspondant à l'insertion commune des deux nerfs, au pied même du

pédoncule du cervelet, est renflé en un petit mamelon où se terminent les fibres les plus postérieures des deux nerfs.

Dans plusieurs espèces de ces deux ordres de mammifères, le nerf acoustique est donc une division de la cinquième paire.

En outre, comme dans les rongeurs les hémisphères du cervelet n'existent plus, et que le lobe médian est au contraire réciproquement développé; comme les fibres des deux nerfs se continuent évidemment avec celles de la partie blanche de ce lobe, il en résulte une preuve nouvelle du rapport précédemment établi entre la cinquième et la septième paire d'une part, et, d'autre part, le lobe médian du cervelet et la partie antérieure du quatrième ventricule.

Une preuve que malgré l'interposition des lames du pont de varole, entre l'insertion apparente de la cinquième paire à ces lames, et son insertion réelle à la moelle, ces lames ne sont pour rien dans l'action de cette paire, c'est que, chez les lapins, après la section du ruban antérieur de la protubérance, à travers lequel la cinquième paire va s'insérer à la moelle, les fonctions de la cinquième paire continuent. Elles seraient détruites si la protubérance était son aboutissant réel.

CHAPITRE IV.

DU NERF ACOUSTIQUE ET DE L'ORGANE DE L'OUIE.

Le nerf acoustique, destiné à sentir le son ou le bruit causé par les vibrations des corps élastiques, a besoin, chez les vertébrés, d'être précédé du côté d'où arrivent ces vibrations d'un ou plusieurs instruments, qui paraissent susceptibles de concentrer, de renforcer et de moduler le son. Un seul de ces instruments existe chez les poissons; deux chez les oiseaux et les reptiles. Un troisième, tout-à-fait extérieur, fait, pour ainsi dire, l'embouchure des deux autres chez les mammifères.

1°. *De l'organe mécanique de l'audition.*

Le premier de ces instruments, qui existe seul chez les poissons, est ce qu'on appelle groupe des trois *canaux demi-circulaires*. Dans les mammifères ce groupe est accompagné d'une espèce de cor en spirale, nommé *limaçon* à cause de sa forme. Le canal tubulaire qui le parcourt est souvent partagé en deux demi-canaux cylindriques, par une cloison régnant du sommet à la base, ce qui lui donne alors deux ouvertures, l'une dans le vestibule et l'autre à l'extérieur.

Les trois canaux demi-circulaires et ce limaçon répondent toujours en-dedans à une capsule membraneuse, nommée *vestibule*. Ces trois canaux et ce limaçon sont de véritables prolongements tubuleux de cette membrane. Ce vestibule est formé de deux membranes, l'une extérieure et *fibreuse*, et susceptible d'incrustation; l'interne, *vasculaire* et *celluleuse*, et toujours souple et élastique. Il n'y a pas de troisième tunique ou membrane *nerveuse*. Le nerf acoustique se termine toujours par des digitations filiformes, et n'est pas suivi d'une membrane ou toile, comme le nerf optique l'est par la rétine. Ce vestibule est au moins percé d'un orifice du côté du cerveau, pour laisser pénétrer le nerf acoustique. Telle est sa structure dans les lamproies, où le vestibule existe seul, et où il n'y a pas la moindre trace de canaux demi-circulaires, comme le docteur Polh l'a observé le premier en 1818. La cavité de ce vestibule est remplie par plusieurs humeurs, dont la principale est contenue, comme l'humeur vitrée dans l'œil, par une sorte de réseau membraneux qui lui conserve une forme propre et indépendante. C'est dans cette humeur, chez les reptiles, ou dans un appendice du réseau qui la contient, chez les poissons, que se forment des dépôts crétacés et ces espèces de concrétions calcaires, formées comme une coquille de mollusque. Entre le réseau qui contient cette hu-

meur centrale (et qui constitue dans les poissons osseux ce qu'on nomme le sac des pierres, parce que les concrétions calcaires y ont réellement une dureté pierreuse) et la membrane vasculaire qui tapisse l'enveloppe fibreuse ou cartilagineuse, est une autre humeur. Elle est aqueuse, c'est ce que l'on appelle lymphe de Cotunni; elle s'étend dans toutes les cavités des canaux demi-circulaires et du limaçon. C'est dans cette lymphe que baignent les rameaux et les filets terminaux du nerf acoustique (1).

(1) On a dernièrement (Mém. du Muséum, t. XII) établi une analogie entre les pierres de l'oreille des poissons, et les concrétions qui se forment quelquefois par maladie dans le tambour de l'oreille des mammifères et de l'homme. Cette comparaison porte sur la fausse supposition que ces deux sortes de concrétions sont formées dans le même organe; ce qui n'est pas. Les pierres des poissons sont formées dans un appendice du vestibule, c'est-à-dire, dans l'oreille interne. Les concrétions des mammifères le sont dans le tambour de l'oreille, c'est-à-dire, dans l'oreille moyenne. L'explication de la formation constante et régulière des pierres et des concrétions calcaires, dans l'oreille des poissons, par le défaut d'issue au dehors pour l'humeur, dont le durcissement les produit, et de la formation accidentelle des concrétions des mammifères, par l'occlusion pathologique de l'issue habituelle que présente au mucus la trompe d'Eustache, tombe ainsi d'elle-même. Pour qu'il y eût analogie il eût fallu que les concrétions des mammifères se trouvassent aussi dans leur vestibule. Or, ce vestibule n'y a pas plus d'issue extérieure que chez les poissons. Les pierres de l'oreille de ces animaux n'ont donc rien qui leur soit analogue chez les mammifères.

Dans tous les poissons, le vestibule n'a d'autre orifice extérieur que l'entrée des canaux demi-circulaires, toujours renflés à leur origine. Ce renflement s'appelle *ampoule*. Quoiqu'il y ait ordinairement six ampoules dans les poissons (voy. *pl*. V, *fig*. 4), il n'y a pourtant presque toujours que trois orifices au côté externe du vestibule, parce que le confluent des ampoules mitoyennes des deux canaux verticaux, et le confluent de chaque ampoule externe des mêmes canaux avec l'ampoule correspondante du canal horizontal, s'opèrent à une certaine distance du vestibule, et que c'est un canal simple qui achève le trajet du confluent au vestibule. Mais comme les canaux demi-circulaires ne s'ouvrent sur aucun point de leur contour, la membrane du vestibule n'est réellement ouverte que du côté où elle reçoit le nerf. Tel est l'état du vestibule dans tous les poissons osseux, moins les cycloptères. Dans ce genre (sur le cyclopt. lumpus) j'ai découvert un canal long de quinze à vingt lignes, dirigé à peu près dans le même plan que le canal demi-circulaire horizontal, à travers le rocher jusque sous la peau dont l'épaisseur est réduite à une ligne et demie en cet endroit, au lieu de trois et de quatre qu'elle a sur le reste du corps. Enfin dans les raies et les squales (voy. *pl*. III, *fig*. 5), les canaux demi-circulaires verticaux, d'un côté, communiquent sur le milieu de la nuque, avec les canaux de l'autre côté. Et les

ampoules mitoyennes communiquent aussi ensemble par une sorte d'arcade transverse, continuation du canal membraneux. Les parois cartilagineuses des canaux ont tout-à-fait disparu au pourtour de cette anti-chambre commune des deux appareils, qui n'est séparée de l'eau où se meut l'animal, que par une peau amincie. Les canaux demi-circulaires, dont l'expérience prouve que la sensibilité est si grande, sont ici séparés par le plus petit intervalle possible, du milieu d'où viennent les vibrations.

Dans les raies, les squales, les esturgeons, et cycloptères, les canaux demi-circulaires membraneux sont flottants dans d'autres canaux, dont est percée l'épaisseur du cartilage qui enveloppe toute l'oreille et lui forme une paroi complète du côté du crâne. Dans les poissons osseux il n'y a ordinairement qu'une partie du contour du canal vertical postérieur et de l'horizontal qui traverse un canal osseux, pris sur le pariétal. D'ailleurs toute la cavité auditive n'est qu'une dilatation de la cavité cérébrale ; et les membranes du vestibule et des canaux demi-circulaires, excepté les deux arcs osseux que parcourent ceux-ci, ne sont maintenus en position que par des brides filamenteuses et par la résistance que s'opposent et le liquide où baigne le cerveau, et celui qui remplit le vestibule, et celui qui entoure et remplit les canaux demi-circulaires membraneux.

Dans tous les reptiles le vestibule et les canaux demi-circulaires sont complètement inter-osseux, mais leur proportion est infiniment plus petite que dans les poissons, où les dimensions de cet appareil paraissent mesurées sur la densité du milieu d'existence de ces êtres. Il n'y a plus de sac ou d'appendice particulier du vestibule, où puissent se former des concrétions pierreuses. Mais la proportion de la matière crétacée dans l'humeur qui remplit le vestibule, est bien plus grande que dans les oiseaux. L'enveloppe osseuse du vestibule et des canaux demi-circulaires est ouverte du côté extérieur (voy. au premier liv. la description de la cavité auditive). Mais cette ouverture, qu'on nomme *vestibulaire*, est toujours fermée par la membrane du vestibule.

Cette ouverture osseuse met en contact la membrane du vestibule avec l'adossement d'une autre membrane, toujours muqueuse, qui tapisse une cavité extérieure, toujours pleine d'air, communiquant avec la bouche, et que l'on nomme *caisse du tympan* ou *tambour de l'oreille*. C'est une sorte d'instrument qui semble destiné à l'unisson et au renforcement du son. Cette partie de l'organe, nommée aussi *oreille moyenne*, quand elle est suivie extérieurement d'un troisième appareil qui manque toujours aux reptiles, n'a donc rien qui lui soit comparable chez les poissons.

On a vu (livre premier) comment ce tambour

osseux est composé. Il est tapissé par un prolongement de la membrane buccale. Mais dans la plupart des sauriens ce tambour de l'oreille n'est réellement qu'une dilatation latérale de la bouche, dont l'entrée est plus large que le fond, comme on peut le voir sur le lézard ocellé, où je l'ai davantage étudié. Cette membrane, en s'adossant à la peau sur le contour d'une échancrure de l'os de la caisse, forme la membrane du tympan des reptiles. Mais dans un grand nombre de sauriens, dans les caméléons, par exemple, les orvets, les ophisaures, et chez tous les vrais serpents, il n'y a pas de vestiges de cette membrane. Cela n'empêche pas que dans le caméléon le tambour auditif ne soit aussi bien fermé et circonscrit que chez pas un mammifère. J'ai trouvé dans ce reptile que le tambour de l'oreille ne communique avec la bouche que par un petit canal d'environ une ligne de long, et au plus un cinquième de ligne de diamètre. L'orifice de ce canal se trouve sous le bord antérieur du vestibule. Le tambour règne entre les deux couches de muscles cervicaux, tout le long du cou, se prolonge sous l'omoplate, puis sous les deux premières côtes, où il vient s'adosser à la membrane du poumon, occupant ainsi une longueur plus grande que celle de la tête. Il n'y a pas ici d'osselet auditif.

Dans les sauriens, les tortues et les oiseaux, l'osselet auditif, sous forme de stylet évasé à se

deux extrémités, par où il s'applique intérieurement sur la membrane vestibulaire, et en dehors sur celle du tympan, n'est mu que par un seul muscle court et épais, inséré à la plaque extérieure qu'il tire en dedans et en arrière. Dans les ophidiens l'osselet auditif s'arrête dans les muscles cervico-maxillaires, et ne va pas jusqu'à la peau.

Excepté quelques oiseaux de nuit, du grand genre des stryx, entre autres les effrayes, où existe la troisième sorte d'instrument constituant un cornet pour recueillir et diriger les rayons sonores, l'oreille des oiseaux resssemble à celle des reptiles; le vestibule et ses canaux y sont seulement taillés sur de plus grandes proportions. En outre, les canaux demi-circulaires, au lieu d'être enfermés par un amas de cellules osseuses comme chez les reptiles, sont libres dans tout leur contour, et font saillie dans la cavité du tympan, laquelle, chez les effrayes et plusieurs autres stryx, les ducs, par exemple, n'est séparée du cerveau et du cervelet que par une simple lame compacte, si mince qu'elle est transparente. Les canaux demi-circulaires s'ouvrent dans le vestibule par cinq orifices résultant du rétrécissement des ampoules. C'est le confluent des deux canaux verticaux qui donne lieu à un orifice unique. Ce qu'on appelle limaçon dans les oiseaux, n'est qu'un petit prolongement arqué du vestibule, dirigé d'arrière en avant, et de

dehors en dedans. Dans ce limaçon est une vésicule de même forme que la cavité osseuse et remplie d'une matière pulpeuse sur laquelle s'épanouissent les filets nerveux. Ce vestibule communique avec la caisse par deux orifices. (Pour la construction osseuse du tambour et de ses cellules, voyez livre premier.) Le tambour est aussi bien circonscrit que dans le caméléon, et ne communique avec la bouche que par un canal à parois osseuses, le plus souvent complettes, ce qui n'arrive même pas chez les mammifères, où il n'y a qu'un demi-canal osseux.

Une membrane élastique particulière, doublée en dehors par la peau, en dedans par la muqueuse du tambour, est encadrée par un cercle osseux, pris sur plusieurs os, comme on a vu (loc. cit.). Elle n'adhère pourtant pas à l'arc que la caisse donne à ce cadre. Un canal extérieur formé par un court repli de la peau qui double en dehors la membrane du tympan, conduit à cette membrane chez les oiseaux.

Excepté tous les cétacés, tous les phoques (car ceux mêmes qu'on appelle *otaries* n'ont qu'un vestige de conque), plusieurs rongeurs et insectivores souterrains, les ornithorinques et les échidnés, etc., une sorte de cornet plus ou moins évasé, formé par un fibro-cartilage mince très-élastique, et recouvert d'une peau mince aussi presque toujours nue dans la concavité du cornet, et quelquefois

sur ses deux faces, par exemple, dans les chauve-souris et les didelphes, est ajustée chez les mammifères en dehors du tympan. Ce cornet, appelé *pavillon* ou *conque de l'oreille*, est porté sur un pédicule creux nommé *canal auditif externe*. Ce conduit résulte de l'enroulement en spirale d'une lame cartilagineuse assez étroite, adhérente par son contour au périoste du canal osseux formé par la réunion de la caisse, du temporal écailleux et du rocher. La peau de l'intérieur du pavillon tapisse les parois de ce conduit jusqu'à la membrane du tympan, qu'elle double au-dehors, en faisant un cul-de-sac. Ce prolongement cutané est le siége d'une sécrétion oléagineuse, appelée *cerumen*, dont l'objet est d'entretenir la souplesse du canal et de la membrane du tympan. C'est aussi par un ou deux tours de spirale que l'extrémité rétrécie de la conque s'ajuste sur l'extrémité du conduit cartilagineux. Nous ne décrirons pas ici toutes les configurations, toutes les proportions si variées de la conque et de ses différentes parties. Mais il est bon d'observer que la plus parfaite sculpture, et le plus grand développement de ce cornet acoustique, ne coïncident avec une plus grande perfection et un plus grand développement de l'oreille moyenne et de l'oreille interne, que dans quelques chauve-souris. Ainsi, dans plusieurs espèces des genres vespertilions, mégaderme et phyllostome, il y a réellement deux cornets inscrits l'un dans l'autre. Et

telle est la proportion de la conque externe qu'elle égale dans l'oreillard la longueur du corps, et que dans tous les mégadermes, surtout chez le mégaderme lyre, les deux grandes conques n'en font qu'une par la soudure d'environ la moitié de leur hauteur sur le milieu de la tête. Et non-seulement la conque interne des chauves-souris est un appareil de renforcement pour recueillir et diriger le son, mais aussi, c'est un moyen de s'y soustraire. Elle se replie au gré de l'animal sur le trou du conduit auditif qu'elle peut ainsi fermer. Le contour des deux grandes conques du mégaderme tendues transversalement au-dessus de la tête, représentant une surface presque égale à celle de la plus grande section du corps de l'animal; on conçoit quelle prodigieuse quantité d'ondes sonores sont interceptées et réfléchies vers le canal auditif. Dans ces mêmes genres, le limaçon, plus développé à lui seul que le reste du vestibule ou labyrinthe, occupe plus d'espace que la caisse, et sa forme extérieure est justement celle de la coquille d'un limaçon. Mais dans les autres mammifères, les trois appareils de l'organe de l'ouïe ne sont plus en proportion. Ainsi les ruminants et l'âne, par exemple, où la conque de l'oreille est si grande, ont la caisse et l'appareil vestibulaire assez peu développés. Ces deux appareils le sont au contraire beaucoup chez les chats, les genettes et civettes, et les martes, où la conque l'est médiocrement. Ils le

sont encore davantage chez les phoques, plusieurs rongeurs souterrains, où il n'y a pas de conque; mais leur saillie est presque nulle à l'extérieur, par exemple, chez la taupe.

Enfin, dans tous les mammifères, le tambour de l'oreille est traversé par une chaîne de quatre osselets, dont l'interne, appelé *étrier*, adhère par une platine à la membrane de la fenêtre vestibulaire. Il est mu par un petit muscle particulier. Vient ensuite *le lenticulaire*, puis *l'enclume*, dans une échancrure de laquelle s'articule la tête du *marteau*, dont le manche coudé s'applique par une partie de sa longueur à la membrane du tympan. Ce marteau a ordinairement deux muscles; l'antérieur a son point fixe au sphénoïde, sur le contour de l'orifice de la trompe, et s'insère par un court tendon à l'apophyse du marteau.

Le muscle interne du marteau, beaucoup plus long, commence à la partie fibro-osseuse de la trompe et hors du tambour de l'oreille, parcourt un petit canal de la base du rocher, et s'insère à la réunion du col, avec le manche du marteau.

Une particularité du vestibule dans cette classe, c'est d'être situé entre ses deux appendices de perfectionnement. Le groupe des canaux demi-circulaires est en arrière et en-dessus, le limaçon, en avant et en dessous. La cavité osseuse du vestibule est remplie d'une liqueur très-limpide, circons-

crite à la capsule vestibulaire, dont l'intérieur contient une sorte de gelée transparente, assez consistante pour conserver sa forme hors de la capsule, et laissant voir deux petits amas un peu opaques, d'une substance amylacée, où vont s'épanouir quelques filets nerveux. Comme, dans l'humeur cristalline du vestibule des reptiles et des oiseaux, il existe une proportion un peu plus grande de cette substance opaque; comme dans les squales et les raies cette proportion est fortement accrue et que les masses opaques y prennent des formes régulières et constantes, si l'on voulait absolument trouver quelque chose d'analogue, par position, aux pierres des poissons, ce serait dans ces deux petits magmas opaques du vestibule des mammifères qu'il le faudrait chercher.

C'est dans les chauves-souris que le limaçon est le plus parfait. L'axe ou la columelle sur laquelle s'enroule le canal spiral, est lui-même creux, et sa cavité tordue en spirale. C'est dans cette cavité que pénètre le rameau de l'acoustique. La cloison qui partage en deux rampes la grande spirale creuse du limaçon, est formée par un pli de la columelle criblée de petits trous sur sa longueur. Sur ce pli de la columelle règne une lame d'un blanc mat, très-fragile, dont l'épaisseur décroît de la base au sommet, et dont les très-minces parois interceptent une cavité partagée en un très-grand nombre de petits tubes par des cloisons aussi fort

minces. En-dessus s'applique une couche de la matière pulpeuse qui remplit les tubes de la lame ou zone précédente. Plus extérieurement est une zone plus étroite formée d'une membrane très-mince. Enfin et 4°, la cloison des deux rampes du limaçon est terminée par une production gélatineuse, logée dans une demi-excavation du canal spiral. M. de Blainville, qui nous sert ici de guide, pense que cette production, peut-être tubuleuse et continue avec la membrane du vestibule, n'est autre chose que le tube transverse de Comparetti (Blainville, *princip. d'anat. comp.*, t. I, pag. 458 et suiv.). Ces deux rampes communiquent à leur sommet; mais à leur base la cloison se continue avec la paroi de la caisse. De sorte que la rampe supérieure, un peu plus longue, s'ouvre en s'élargissant dans le vestibule, près du confluent antérieur des canaux demi-circulaires, et que l'inférieure, plus courte et plus large, n'est séparée de la caisse du tympan que par une membrane. L'ouverture osseuse s'appelle fenêtre *cochléaire*, ou *ronde* (voyez livre premier).

2°. *Nerf acoustique.*

Dans les quatre classes de vertébrés, le nerf acoustique, quel que soit le nombre de ses filets d'origine, s'insère au-dessous et sur le côté du quatrième ventricule, un peu en arrière du bord

postérieur du pédoncule du cervelet. Son insertion est toujours, relativement au diamètre vertical de la moelle, inférieure à celle de la cinquième paire dans les ovipares. Chez les mammifères elle est au contraire supérieure, quand la cinquième paire n'a qu'un faisceau d'insertion, par exemple, dans l'homme et les singes.

Comme pour la cinquième paire, cette insertion est découverte ou cachée, suivant l'existence ou l'absence de la commissure des lobes latéraux du cervelet, c'est-à-dire, suivant que les animaux sont ovipares ou mammifères. Néanmoins, même chez ces derniers, soit dans le cas d'excès de volume du nerf, comme dans la plupart des carnassiers et des rongeurs, soit par le peu de développement de la protubérance, dépendant lui-même du petit développement des hémisphères du cervelet, l'insertion de ce nerf est plus ou moins à découvert, comme nous l'avons vu pour la cinquième paire, de laquelle d'ailleurs, dans les cas en question, l'acoustique fait souvent partie.

Dans les poissons.

Le volume proportionnel du nerf acoustique est beaucoup supérieur à ce qu'il est dans les autres animaux. Sa structure ne diffère pas de celle des autres nerfs. Et comme les bruits qui peuvent se produire dans l'eau sont beaucoup plus faibles

que ceux qui se produisent dans l'air, comme en conséquence la susceptibilité acoustique doit être supérieure dans les poissons, il suit que l'état pul peux d'où l'on avait dérivé les propriétés de ce nerf chez les mammifères et les oiseaux, n'en est pas la condition essentielle.

C'est surtout le nerf acoustique qui, dans la plupart des poissons, offre plus évidemment la simple insertion par juxta-position, et non par continuité de matière. Les insertions des filets de ce nerf ne sont pas sessiles, c'est-à-dire, le filet lui-même ne se fixe pas sur la moelle, mais par l'intermédiaire d'un petit pédicule, qui n'est continu, ni avec la moelle, ni avec le nerf. Celui-ci, renflé à son extrémité, adhère au pédicule, dont la couleur nacrée tranche fortement, et sur le blanc mat du nerf, et sur le blanc de la moelle.

Les filets d'origine de l'acoustique sont toujours séparés de ceux de la cinquième paire par un intervalle. Et quand cet intervalle est fort étroit, il est toujours facile de reconnaître que les filets de l'acoustique sont groupés ensemble, et convergent vers un même point de la moelle, différent de celui où s'insère la cinquième paire (voy. *pl.* XII, *fig.* 1 et 2).

C'est donc à tort que Scarpa, et, depuis lui, tous les autres anatomistes, ont fait du nerf acoustique une division de la cinquième paire chez les poissons. Dans les trente genres que j'ai disséqués, je

n'ai trouvé cette dernière disposition que dans les raies. Dans le cyclopterus lumpus et tous les squales, excepté peut-être la roussette, espèce du sous-genre scyllium (*pl.* IV, *fig.* 1 et 2), il n'y a que contiguité du nerf acoustique avec le filet le plus voisin de la cinquième paire. Dans la roussette une rainure marque la séparation du nerf acoustique d'avec la branche de la cinquième paire qui passe derrière l'évent. Dans tous les poissons osseux, sans exception, et dans les squales autres que la roussette, le nerf acoustique a constamment trois filets d'insertion, un pour le nerf de chaque ampoule; le sac des pierres recevant ses filaments de l'un des précédents, quand il n'en a pas un particulier. Mais dans l'esturgeon tous les filets des ampoules et du sac des pierres, se réunissent à plus d'un demi-pouce de la moelle, en un tronc commun de plus d'une ligne et demie de diamètre, dans un individu de quatre pieds. Ce tronc unique est renfermé dans un conduit cartilagineux, seule issue de la cavité auditive (*pl.* V, *fig.* 4). L'intervalle de l'insertion du nerf acoustique à celle de la cinquième paire, est de presque deux lignes.

On voit aussi sur cette figure, qu'aucun filet du nerf acoustique ne peut avoir d'anastomose, ni même de contact avec le premier nerf branchial qui sort aussi du crâne par un conduit cartilagineux, dans lequel il ne donne pas le moindre filet.

Dans tous les poissons osseux (voy. toutes les *pl.*) l'intervalle de l'acoustique à la cinquième paire est tel, qu'il faut croire que Scarpa et les auteurs qui ont parlé de la jonction de ces deux nerfs, n'y ont pas regardé ailleurs que sur les raies.

Dans les gades, ceux de tous les poissons osseux qui ont les nerfs acoustiques les plus nombreux et les plus développés, les insertions de ces nerfs doivent nécessairement occuper plus de place. Or, le premier des quatre filets d'origine du nerf acoustique (c^1. : les trois autres filets sont marqués c^2. c^3. c^4.), s'insère bien nettement au-dessous et à distance du pédicule, par lequel s'insère le ganglion même de la cinquième paire. Les trois autres filets, réunis presque en un seul faisceau, s'insèrent en arrière, et débordent un peu en-dessous, l'insertion du premier nerf branchial (1). Il est encore évident ici que le premier nerf branchial ne s'anastomose pas avec l'auditif. Seulement les filets des ampoules postérieure et intermédiaire, adhèrent quelquefois au premier nerf branchial, qui les croise en dessous; mais cette adhérence n'est jamais constante.

Dans la morue (voy. *pl.* VII, *fig.* 4) il y a deux filets de moins au rameau destiné au sac

(1) On voit (*pl.* IX, *fig.* 5) les quatre parties du nerf acoustique en position sur le merlan; la pierre a été enlevée pour laisser voir les filets nerveux.

des pierres. Dans le merlan, au contraire, il y en a quatre (deux de plus), nés de la même insertion, et ensuite réunis à un gros rameau, qui longe en-dessous le sac des pierres. Ce rameau est soutenu à son extrémité postérieure, par une petite lame cornée transparente *(o.)*, appuyée sur la ligne médiane contre son analogue, de sorte que les deux sacs membraneux et leurs nerfs, sont presque contigus en dedans.

Cet excès de développement de l'appareil nerveux de l'ouïe, chez les gades et surtout chez le merlan, est indiqué sur le squelette, par le développement du basilaire, en une sorte de tambour saillant dans la gorge. Je n'ai retrouvé, ni cette grande cavité osseuse, ni ce développement des nerfs acoustiques, sur aucun autre poisson (1).

L'on voit sur le merlan une anomalie semblale à celle du premier branchial naissant de la cinquième paire dans le barbeau, et de l'acoustique, naissant de cette même paire dans la raie. La sixième paire est réunie en un seul faisceau avec le rameau de l'acoustique, distribué au sac des pierres. Cette réunion dépend de l'excès

(1) L'appareil nerveux est en position à gauche sur le merlan, et à droite sur la morue, où le premier rameau nerveux du sac de la pierre se montre coupé. De l'autre côté les appareils sont renversés en dehors, pour montrer leurs insertions à la moelle (voy. les figures citées).

de volume de ce rameau, qui lui fait occuper plus de place.

Sur la morue, au contraire, la sixième paire s'insère séparément, comme à l'ordinaire, par des filets tres-déliés.

Aucun des filets du nerf acoustique ne se propage dans les canaux demi-circulaires. Comme on le voit (voy. *pl.* VIII, *fig.* 1, pour le cyclopterus lumpus ; *pl.* III, *fig.* 4, pour la raie, etc.), le rameau acoustique, destiné à chaque ampoule, s'épanouit dans sa cavité en une pate d'oie de trois courtes digitations. C'est donc à tort que Gall, pag. 79, a dit que les filets de l'acoustique se ramifient dans les canaux demi-circulaires. La pate d'oie, ou digitation terminale de chaque filet acoustique, est flottante dans l'espèce de gelée qui remplit cette cavité, et s'étend de l'une à l'autre, par le calibre des canaux demi-circulaires. Dans les poissons osseux cette gelée doit contribuer à transmettre les mouvements vibratoires, renforcés encore par l'élasticité de la matière même des canaux, et par leur mobilité au milieu de la cavité générale qui les contient. Quand les canaux demi-circulaires sont engagés dans des conduits, soit osseux, soit cartilagineux, comme chez le cycloptère, l'esturgeon, les squales et les raies, le grand excès du diamètre intérieur de ces conduits, sur le diamètre extérieur des canaux demi-circulaires, laisse à ceux-ci presque autant de mobilité que s'ils étaient

tous dans une seule cavité commune. Il est donc toujours très-facile, à cause de cet état de liberté, d'étudier la structure et la disposition des nerfs et des canaux demi-circulaires, dans tous les poissons. Au contraire, dans la plupart des reptiles, dans tous les mammifères et les oiseaux, la matière osseuse, en se déposant tout autour, comprime les ampoules et les canaux demi-circulaires, et l'on ne peut y prendre une idée de ces parties membraneuses, que par leurs moules, empreints sur les anfructuosités intérieures du rocher.

Il y a chez le cycloptère un long canal qui fait fonction de tambour et qui, dans un trajet de presque un pouce et demi, traverse l'épaisseur du cartilage, jusque sous la peau dont il n'est séparé que par une lame très-mince du périoste ou périchondre.

Dans les squales et les raies il y a une sorte de tambour commun, placé sur le milieu de la voûte du crâne (*pl.* III, *fig.* 5), et vers lequel s'inclinent pour y communiquer, les conduits cartilagineux, où flottent, dans une sorte de gelée, les canaux demi-circulaires verticaux, de chaque côté.

Dans tous les autres poissons la cavité auditive n'a aucune espèce de prolongement vers l'extérieur du crâne. Jamais non plus il n'existe aucun canal analogue à celui qui, dans les animaux aériens, introduit l'air dans la caisse du tympan.

Ainsi le nerf acoustique n'est pas une division constante de la cinquième paire, ce qui n'arrive que dans les raies; et l'anastomose du prétendu *nerf facial* de Scarpa (c'est-à-dire du premier nerf branchial), avec le filet de l'ampoule postérieure (ce qui est encore une particularité chez les seules raies), n'est pas plus générale. Effectivement ce n'est que dans ce seul animal que Scarpa a fait figurer cette double disposition, laquelle est pourtant moins bien représentée que dans mon atlas.

Chez quelques reptiles la disposition intérieure des nerfs acoustiques est semblable à celle des poissons, dans les amphisbènes, par exemple. Chez d'autres, elle ressemble à celle des oiseaux; dans les tortues et les sauriens.

Dans les oiseaux.

Le nerf auditif naît par une insertion grosse et unique, près du rebord du quatrième ventricule, en arrière du bord postérieur du pédoncule du cervelet, à égale distance à peu près de l'insertion de la cinquième paire, en bas et en avant, et de la huitième en arrière. Les filets des ampoules sont à proportion un peu plus longs que dans les poissons.

Il n'y a pas plus de nerf facial dans les passereaux, dans les gallinacées et les oiseaux de proie diurnes, que dans les poissons et les reptiles. Ce

n'est que dans quelques palmipèdes, et surtout chez les effrayes et les ducs, pourvus d'une conque extérieure, qu'il existe un très-mince et très-court nerf facial (c'est-à-dire, une branche musculaire de la septième paire), exclusivement distribuée à cette conque et aux fibres musculaires destinées à la mouvoir.

Dans les mammifères.

Le recouvrement de la face inférieure de la moelle, à l'opposite du cervelet et des lobes optiques, par la commissure des lobes cérébelleux latéraux, avait induit en erreur sur le point d'insertion de ce nerf, comme pour celui de la cinquième paire.

Depuis Varoli, beaucoup d'anatomistes avaient donc assigné l'origine de l'acoustique au point où ce nerf pénètre dans la protubérance (voy. *pl.* XIII, *fig.* 2, 3, 4, 5, et 13).

Depuis Picolhomini, plusieurs anatomistes ont supposé une continuité des fibres transversales blanches, qui forment une sorte de crénelure sur le fond du quatrième ventricule de l'homme, avec les fibres du nerf acoustique; et ils ont fait de ces fibres, les filets d'insertion du nerf. Sœmmering avait pourtant objecté que la plupart de ces fibres s'enfoncent dans les pédoncules du cervelet, qu'en conséquence, celles-là au moins étaient

étrangères au nerf acoustique. Enfin, j'ai vu ces fibres manquer entièrement; je les ai vues, au contraire, plus grosses et plus nombreuses chez des idiots. Gall dit (p. 75) que certainement quelques-unes se réunissent *souvent* au nerf auditif (cette réunion n'est donc pas constante), mais que d'autres vont en partie dans les lobules antérieurs, que d'autres s'enfoncent dans le milieu même du cervelet.

Or, chez la plupart des mammifères, le nerf auditif a une proportion de développement bien supérieure à celui de l'homme. Et si les fibres en question étaient ses racines, comme on l'a imaginé, elles seraient proportionnées au nerf lui-même. Au contraire, selon les observations de Gall, que j'ai vérifiées sur les mêmes animaux et étendues sur beaucoup d'autres, ces fibres médullaires blanches manquent alors entièrement.

Ces fibres ne sont donc pas l'aboutissant du nerf auditif, puisqu'elles n'ont encore été jusqu'ici observées que dans l'homme, où elles ne sont pas constantes, et où, quand elles existent, elles ne sont ni toutes ni toujours continues avec les fibres d'insertion de ce nerf.

Quant au renflement de matière grise, dont Gall suppose l'existence constante dans l'épaisseur des parois du quatrième ventricule, et d'où il dérive le nerf auditif, son existence n'est pas non plus générale. Ce renflement, qu'il nomme *ruban*

gris, n'est donc pas non plus en connexion constante avec le nerf acoustique.

Comme la matière grise n'existe pas constamment dans l'épaisseur des parois supérieures du quatrième ventricule, chez les mammifères, on ne peut donc dériver ce nerf, de cette matière.

Dans les mammifères, derrière *le pont* règne une bande ou demi-ceinture, d'une largeur variable, suivant les genres. Cette bande transversale est recouverte sur son milieu par les pyramides. Les nerfs auditifs s'insèrent sur elle, comme la cinquième paire sur la grande commissure du cervelet. De même que cette grande commissure se prolonge dans les pédoncules du cervelet, au-delà de l'insertion de la cinquième paire, la bande en question se continue en contournant les flancs de la moelle, vers le bord postérieur des pédoncules du cervelet, et vers la partie immédiatement continue du bord du quatrième ventricule.

Or, Gall (p. 76), qui observe, après Willis, que chez l'homme cette bande est couverte par la couche postérieure du pont, la suppose composée des fibres de communication des deux nerfs acoustiques, dont elle formerait ainsi la commissure.

Si cela était, pourquoi les fibres de cette bande se continueraient-elles au-delà de chaque nerf, pour se porter au cervelet et au corps *restiforme?*

Cette demi-ceinture, qui n'est pas interrom-

pue aux pyramides, mais seulement recouverte par elles, n'est que la partie postérieure et supérieure de la commissure du cervelet, devenue visible, parce que la bande postérieure inférieure, qui existe dans l'homme et quelques singes, vient à manquer. Or, la quantité de ces fibres postérieures et inférieures qui viennent ainsi à manquer, est d'autant plus grande, que les lobes latéraux du cervelet, dont elles forment la commissure en arrière, diminuent eux-mêmes dans ce sens. Voilà pourquoi la largeur de la bande supérieure aux pyramides, et que traversent les nerfs acoustiques pour pénétrer à la moelle, est réciproque au volume des lobes latéraux du cervelet, et n'a aucun rapport de proportion avec le nerf acoustique lui-même, pas plus que le reste de la protubérance n'a de proportion avec la cinquième paire. Ainsi, quand on a enlevé chez l'homme la couche la plus postérieure de la protubérance, on retrouve au-dessus des pyramides une bande analogue, et qui se continue dans la partie postérieure du pédoncule du cervelet.

Comme enfin cette bande elle-même, ainsi que la protubérance, sont réduites à leur plus petit volume dans les rongeurs, où le cervelet latéral est lui-même plus rudimentaire, quoique la cinquième et la septième paire soient alors à leur maximum; on voit qu'il n'y a qu'un simple rapport mécanique entre cette bande et la septième paire,

pour laisser pénétrer ce nerf vers la moelle.

Le nerf acoustique naît donc, chez les mammifères comme chez tous les autres vertébrés, de la partie latérale du quatrième ventricule, un peu en arrière d'un plan vertical, passant par le bord postérieur du pédoncule du cervelet.

Le nerf facial naît au-dessous de l'acoustique, c'est-à-dire, plus rapproché du milieu de la face inférieure de la moelle (*pl.* XIII, *fig.* 3). Mais, comme lui, il sort d'entre les fibres de la bande en question, que Tiedemann (*Icon. cerebr. Simiar. et quorumd. mamm. rarior.* Heidelberg, 1821, in-fol.) nomme *corps trapézoïde.* On ne voit pas pourquoi Gall, p. 76, a voulu assigner à l'origine de ces filets un autre plan transversal qu'à l'acoustique. Ce nerf facial est réellement à la septième paire ce que les filets musculaires de la cinquième paire, qui lui sont inférieurs pour l'insertion, et qui ne traversent pas le ganglion, sont à cette même paire. Gall (p. 75) a bien reconnu, pour cette partie de la septième paire, qu'elle ne se continue pas avec les fibres de la bande postérieure à la protubérance, ou avec la prétendue *commissure des nerfs auditifs;* mais qu'elle passe au-dessous de cette bande, et la perce de part en part. Si dans l'homme, ajoute-t-il, quelques filets du facial, ou tous, semblent naître du pont, cela vient de ce que des fibres transversales du pont sont placées dessus.

Le nerf facial s'insère donc sur le même segment

de la moelle que l'auditif, mais bien plus rapproché que lui de la ligne médiane, et par conséquent sur le faisceau inférieur de la moelle, le nerf auditif naissant du faisceau supérieur.

Ces dispositions s'observent assez aisément, ainsi que dans la cinquième paire, lorsqu'au préalable on a fait bouillir le cerveau bien frais dans l'huile. Cette préparation vaut mieux que la macération dans une eau chargée d'acide nitrique ou muriatique, qui rendent les fibres nerveuses, fragiles, et même friables.

Dans tous les mammifères, les deux nerfs acoustique et facial, pénètrent hors du crâne par le conduit auditif interne du rocher. Suivant les genres, le facial est accolé à la face inférieure ou supérieure de l'acoustique, sans adhérence, tout comme les filets musculaires de la cinquième paire par rapport au tronc sensitif.

La distribution des filets de l'acoustique ne diffère guère que pour les degrés de leur prolongement, dans les quatre classes de vertébrés. Chez le chien, le chat, avant d'émettre les différents filets qui passent par les trous du fond cribleux de son conduit, le nerf auditif, jusque-là très-mou et pulpeux, se renfle légèrement et prend une consistance de véritable ganglion.

Dans l'intervalle du ganglion à la moelle, le nerf est à l'état de pulpe homogène, sans filaments visibles, comme pour l'intervalle du ganglion de

la huitième paire à la moelle chez les cyprins. Le nerf facial, au contraire, dont la structure sur le ganglion auditif est celle d'un cordon nerveux ordinaire, s'insère à la moelle par sept ou huit filets disposés sur un même plan horizontal, à une demi-ligne ou même plus du bord inférieur de l'acoustique, selon les espèces et la taille des animaux.

Ces deux modes d'insertion sont, comme on a vu, d'une grande conséquence. Les nerfs olfactif, optique, la partie sensitive de la cinquième paire et l'auditif des mammifères et des oiseaux, s'insèrent ou se terminent par un ruban de matière pulpeuse. Tous les autres nerfs encéphaliques au contraire, si petits qu'ils soient, la quatrième paire de l'homme, par exemple, s'insère par une digitation de deux ou trois filets pour chaque nerf; et toujours, excepté cette quatrième paire, ces insertions filamenteuses se font sur le cordon inférieur, plus ou moins près de la ligne médiane.

Dans son trajet à travers l'épaisseur de la voûte de la caisse, le nerf facial reçoit l'anastomose du nerf *vidien*, introduit dans le rocher par l'aqueduc de Fallope. Un peu au-delà et à angle rétrograde, il donne inférieurement un filet connu sous le nom de *corde du tympan*, et qui va s'anastomoser, aussi à angle rétrograde, avec le nerf lingual, à une distance variable de l'embranchement de celui-ci avec le nerf dentaire. Dans

les chiens, c'est tout près de cet embranchement.

Enfin, au milieu du conduit osseux par lequel il sort du crâne, le nerf facial du chien par un rameau qui égale bien le tiers de son volume, communique à travers, un conduit percé dans l'épaisseur du rocher, avec le nerf pneumo-gastrique, ou, pour mieux dire, avec le ganglion commun à ce nerf, au glosso-pharyngien, et au spinal, dans le trou osseux même qui le transmet hors du crâne. Cette communication est donc bien différente de celle que ce même nerf présente, soit avec le sympathique, soit avec d'autres nerfs. J'observe par anticipation que le ganglion commun des huitième, neuvième et douzième paires, communique avec la onzième ou hypo-glosse, par un cordon des trois quarts plus court que le précédent. Il n'y a pas de ganglion au point de jonction de cette réunion à l'hypo-glosse. M. Cuvier avait déjà observé dans le veau une semblable communication du facial avec la huitième paire. Mais chez cet animal le rameau de cette dernière origine ne se réunirait pas entièrement au facial; il ne lui donnerait qu'un filet, et continuerait de se porter en dehors, au-devant et au-dessous de l'oreille.

Dans le chien la réunion est complette, et les nerfs des muscles de l'oreille ne peuvent pas être dérivés plutôt de l'une des racines que de l'autre.

En sortant du crâne, par le trou de la base de l'apophyse mastoïde, au-devant et un peu en de-

hors duquel vient constamment se souder plus ou moins étroitement l'os styloïde, le facial se partage en plusieurs rameaux. Les postérieurs, au nombre de deux ou trois rameaux primitifs, se distribuent aux muscles de l'oreille, et leur volume est en proportion de la grandeur et de la mobilité de cette partie, par exemple, dans les lièvres et l'âne. Le tronc principal traverse la glande parotide, dans l'épaisseur de laquelle il se partage en trois branches bien distinctes, surtout dans les chiens, les chats, le cheval, dans tous les animaux enfin à physionomie très-mobile. Le *supérieur* remonte au-devant de l'oreille, et se ramifie à la partie antérieure de la tempe, et aux muscles du sourcil et des paupières. Dans le chien il forme au-dessus de l'œil une arcade qui ne se termine qu'au-dessous du tendon du muscle orbiculaire des paupières. Dans ce trajet l'arcade s'anastomose avec trois nerfs orbitaires, savoir : 1° le rameau jugal du nerf lacrymal, sorti ici par une échancrure du bord de l'orbite; 2° avec le rameau frontal; 3° puis enfin avec le rameau cutané du nerf nazal. Dans le lapin il n'y a pas d'arcade ; le facial s'arrête à la hauteur du nerf lacrymal.

L'intermédiaire ou *labial supérieur*, ainsi nommé, de la destination principale aux muscles de la lèvre supérieure et des ailes du nez, suit exactement, pour le volume et le nombre de ses branches, la mobilité de ces différentes parties. Il est très-

gros, par exemple, dans les lapins, où les lèvres et les ailes du nez sont toujours en mouvement, et dans les chiens. Il est bien moindre à proportion dans les ruminants, plus gros au contraire dans le cheval, le chameau, etc.

Dans les ruminants et les carnassiers ce nerf s'anastomose par quatre ou cinq arcades avec des filets correspondants du sous-orbitaire. Aucun filet de ce nerf ne pénètre, ni dans les narines, ni dans les bulbes dentaires, ni dans la bouche.

Le plus inférieur, ou *labial inférieur*, contourne l'angle de la mâchoire, et le long de sa face externe parvient aux muscles de la lèvre. Dans les chiens et le mouton il reçoit de nombreuses anastomoses du nerf dentaire, par deux trous mentonniers de l'os maxillaire.

Dans tous ces animaux il est très-apparent que le nerf facial se termine partout dans les muscles, et non à la peau et aux bulbes des poils, comme les filets des nerfs maxillaires.

Les filets que la parotide reçoit de ce nerf sont très-petits.

Dans les ruminants le labial inférieur est très-petit, et moindre même à proportion que dans l'homme.

Dans le chien les trois branches du facial, en traversant la parotide, reçoivent de fréquentes et grosses anastomoses du nerf temporal superficiel, et de ceux des nerfs de la cinquième paire, qui se

détachent du masseterin et du buccinateur pour se porter à la peau. Ces anastomoses n'existent ni dans l'homme ni dans le lapin.

La grosseur du nerf facial, comparée, soit à celle de la cinquième paire, soit à lui-même, est plus considérable dans l'homme que dans aucun animal. Cette grosseur va en diminuant comme la mobilité de la face, aux mouvements inspirateurs et physionomiques de laquelle il se rapporte (1).

CHAPITRE V.

DE LA HUITIÈME PAIRE OU NERF PNEUMO-GASTRIQUE.

On savait que ce nerf met en rapport le pharynx, le larynx, la glande thyroïde, les gros vaisseaux du cou, les poumons, le foie, la rate, l'estomac, et quelquefois le diaphragme avec le lobe du quatrième ventricule, ou moelle allongée, dans les mammifères; que dans les poissons un de ses rameaux règne tout le long du corps, sous le nom de

(1) Dans les tortues (Bojanus, tab. 23, *fig.* 117) il existe une *portion dure* de la septième paire, anastomosée et avec le grand sympathique et avec le nerf vidien dans le canal jugulaire. En sortant de la caisse, ce nerf se termine dans le muscle digastrique. Pour la distribution ce n'est donc pas un nerf *facial*. Aussi Bojanus dit-il, « igitur nullus facialis, ut taceam de chordâ minimè expectandâ, ut pote linguali absente. »

nerf latéral; qu'ainsi la huitième paire se distribue et a des organes musculaires contractiles, et a des glandes ou organes sécrétoires. J'ai découvert chez les cyprins que les plus gros nerfs se ramifient dans un organe sensitif, et chez la torpille dans les deux tiers postérieurs de l'appareil électrique; que chez les reptiles et les oiseaux, sa principale branche se rend aux muscles de la langue. Ces trois nouvelles distributions justifient le nom de *vague*, que lui donnaient les anciens anatomistes, à cause, et du grand nombre d'organes qu'il anime, et du grand nombre de nerfs avec lesquels il communique.

Néanmoins au milieu de cette apparente confusion, il est des branches principales constantes distribuées, les unes dans l'organe de la respiration, les autres dans l'œsophage, l'estomac et les glandes annexées. C'est de là que lui est venu le nom de *pneumo-gastrique :* car il est essentiellement le nerf de la respiration et de la digestion stomacale.

Chez les oiseaux à poumons si développés, et chez les reptiles à poumons tellement restreints que la moitié postérieure du poumon unique des serpents n'est qu'une simple poche vésiculeuse à parois transparentes et sans vaisseau, le nerf pneumo-gastrique est également au *minimùm* de volume. Chez les poissons, dans son moindre développement il est relativement de beaucoup supérieur à ce-

lui des mammifères, où il présente une proportion moyenne entre les poissons et les deux autres classes d'ovipares. La masse de la partie respiratoire de ce nerf, paraît donc en relation directe avec la densité du milieu où l'animal respire. Et dans le même milieu, dans l'air, la coïncidence de l'atrophie du nerf, d'une part avec la faiblesse, d'autre part avec la plus grande énergie de la respiration, est liée dans le premier cas avec le *minimum* et dans le second cas avec le *maximum* des puissances mécaniques de la respiration; comme si dans les oiseaux ce maximum et la multiplicité des contacts du sang avec l'air, suppléaient à l'action du nerf, ou seulement l'exigeaient moins intense.

Chez les mammifères les poumons beaucoup plus petits que chez les oiseaux, mais beaucoup plus grands toutefois que chez les reptiles, coïncident, avec une proportion moyenne, et du nerf pneumo-gastrique et de la puissance mécanique qui sert à la respiration.

1°. Dans les *poissons* le pneumo-gastrique s'insère sur les côtes de la moitié postérieure du quatrième ventricule, plus près du bord supérieur de ses parois que pour la septième paire ou acoustique, par conséquent sur le cordon supérieur ou seulement en partie sur l'inférieur, par un nombre de filets ou de rubans extrêmement variable d'un genre à l'autre, et qui n'est nullement proportionné au nombre des branches de

distribution qui en émanent. A l'exception des cyprins, qui offrent sous ce rapport une double anomalie, il y a une règle constante dans le mode d'insertion de ses racines : c'est que le nerf qui se porte au bord antérieur de la première branchie, dans les poissons soit à branchies libres soit à branchies fixes, excepté l'esturgeon et la lamproie, s'insère toujours séparément à la moelle. Cette insertion se fait à une distance variable en avant des autres, que celles-ci soient séparées ou soient groupées en une seule masse.

Ce dernier mode, y compris le nerf de la première branchie, a lieu dans les cyprins, moins le barbeau. Un court ruban de matière médullaire, qui pour la consistance et la couleur ne diffère en rien de la moelle, est interposé entre cette partie et un ganglion unique sémilunaire, de la convexité duquel (voy. *pl.* IX, *fig.* 1) naissent les différentes branches du nerf. Ce ganglion est absolument plus gros dans une carpe de douze ou quinze pouces, que ne l'est le renflement correspondant du même nerf dans l'homme.

Chez la carpe le premier nerf branchial sort de l'extrémité antérieure de ce ganglion. J'ai déjà dit que chez le barbeau, espèce pourtant si voisine, ce même nerf est une division de la branche sphéno-palatine de la cinquième paire.

Dans le cas si général de l'insertion isolée du premier nerf branchial à la moelle, il est toujours

séparé des autres filets du pneumo-gastrique, par un intervalle assez variable pour être quelquefois plus voisin du nerf auditif que du nerf vague. Mais quels que soient ses rapports de distance entre ces deux nerfs, il traverse toujours obliquement et d'arrière en avant la cavité auditive, entre la paroi ossense et le sac des pierres; croise en-dessous le filet nerveux de l'ampoule postérieure, et sort du crâne par un trou de la grande aile du sphénoïde, qui, dans les poissons osseux, forme la plus grande paroi de la cavité auditive. Dans le crâne il est ainsi de plus en plus séparé du reste du nerf pneumo-gastrique. A sa sortie il continue de s'en éloigner, et presqu'aussitôt après avoir traversé les muscles moteurs du premier arceau branchial, il en prolonge tout le bord antérieur.

Dans les seules raies ce nerf s'anastamose avec le rameau acoustique postérieur, par une adjonction réelle de filets qui vont grossir ce dernier nerf. Partout allieurs il n'y a qu'adhérence entre ces deux nerfs, dans une étendue variable, au moyen d'un tissu cellulaire très-dense, très-résistant, qui paraît n'avoir d'autre objet que de maintenir ces nerfs en situation fixe dans une cavité, où d'ailleurs ils sont libres et flottants. Ce tissu forme dans les gades, où l'appareil nerveux de l'ouïe est au *maximum* de tous les degrés existant dans le reste des vertébrés, une sorte de voi-

le, dans laquelle sont tendus, comme des baguettes de parasol, les nerfs du sac membraneux des pierres. Il est très-difficile de séparer les nerfs de cette sorte de tente. C'est sans doute la difficulté d'opérer cette séparation, qui a induit Scarpa en erreur sur l'anastomose du premier branchial avec l'acoustique postérieur, anastomose qu'il croyait commune à tous les poissons.

Cette communication ligamenteuse entre ces deux nerfs, manque dans le genre cycloptère.

A sa sortie du crâne, le premier nerf branchial se divise en deux filets. Le postérieur, de beaucoup le plus gros, longe le bord antérieur du premier arceau. L'antérieur (voy. *pl.* XI, *fig.* 1) se perd dans la membrane buccale; ses plus longs filaments vont même quelquefois jusqu'au-dessous de la pointe de la langue. En quoi il ressemble au rameau lingual de la huitième paire des reptiles.

Ce nerf étant quelquefois plus voisin de l'acoustique que du pneumo-gastrique, avait été pris pour l'analogue du facial, par les anatomistes qui n'avaient considéré que son origine et son trajet dans l'oreille. Cette méprise est une nouvelle preuve de la nécessité, pour bien déterminer les nerfs, de les considérer depuis une de leurs extrémités jusqu'à l'autre. Scarpa (pag. 20, parag. VI) avait déjà reconnu qu'aucun des filets de ce nerf ne se rend à l'extérieur de la

face, pourtant si bien pourvue de nerfs dans la plupart des poissons, et qu'il se distribuait à la partie antérieure de l'organe respiratoire. Enfin M. Duméril (*Mém. sur l'odorat des poissons*) l'a pris pour l'analogue du glosso-pharyngien.

Or, attendu la distribution invariable et principale de ce nerf au bord antérieur de la première branchie, ce ne peut être l'analogue ni du glosso-pharyngien, ni du facial, car aucun des filets de ces nerfs, là où ils existent, ne se termine dans l'organe de la respiration. La prolongation sur la face buccale de l'appareil branchiostège, de ses filets les plus antérieurs, et même à la face inférieure de la langue, ne motive nullement la détermination prétendue. Car ces différentes parties, selon les nerfs qui se distribuent aux organes adjacents, reçoivent des filets de chacun de ces nerfs. Ainsi, dans les mammifères, l'hypo-glosse, la cinquième paire, la huitième paire et le glosso-pharyngien, ont cela de commun. Or, on ne peut tirer des caractères d'individualité, de ce qui est commun et accidentel.

Dans tous les cas, jamais les filets de cette branche, distribués à la langue, ne suivent l'accroissement de volume de cet organe.

D'ailleurs, dans tous les animaux, comme on va voir, les filets les plus antérieurs du rameau laryngé du nerf vague, vont à la langue. Le premier nerf branchial, par sa distribution, appartient

donc à des surfaces respiratoires et digestives, comme le reste du pneumo-gastrique, excepté le nerf latéral.

Enfin, dans l'esturgeon, toutes les insertions du nerf pneumo-gastrique sont contiguës sur la même ligne horizontale, et pénètrent ensemble et par un seul faisceau dans un conduit unique. Ce n'est qu'au milieu de ce conduit (voir *pl.* V, *fig.* 4) que le premier branchial se sépare du tronc commun du nerf. Il suit alors un canal fibro-cartilagineux qui croise la direction du troisième filet acoustique. L'épaisseur des parois de ce canal sépare donc les deux nerfs dans toute l'étendue de leur voisinage. Il y a donc impossibilité même à leur contiguité.

Il n'y a pas non plus de séparation primitive du premier branchial dans la lamproie (voir *pl.* VI, *fig.* 1); chaque rameau branchial se sépare du tronc commun au passage de ce tronc, vis-à-vis de chaque branchie.

Outre les nerfs pneumo-gastriques proprement dits, la huitième paire donne dans tous les poissons que j'ai examinés, excepté dans les cycloptères et tétrodons, un nerf exclusivement propre à cette classe, étendu tout le long des flancs de l'animal jusqu'à la queue (c'est le nerf mal à propos nommé de la *ligne latérale*, puisque, le plus souvent, il ne coïncide pas avec cette ligne). Elle donne en particulier, 1° dans les cyprins, un système de nerfs absolument sans ana-

logues dans les autres poissons (excepté peut-être les scares), et à plus forte raison dans le reste des animaux vertébrés ; 2° dans la raie électrique, les quatre cinquièmes des nerfs électromoteurs.

I. Voici comme, dans tous les poissons, les branches antérieures se distribuent aux branchies. Une grosse branche suit le bord antérieur, et un petit rameau le bord postérieur de la même branchie. La grosse branche du bord antérieur d'une branchie se sépare du même tronc commun que le petit rameau du bord postérieur de la branchie précédente. Il n'y a que le premier branchial qui ne se divise pas entre deux branchies.

Ces nerfs branchiaux ou respiratoires sont d'une proportion de volume d'autant plus petite, que le poisson habite des eaux plus limpides et plus agitées, et par conséquent plus aérées. Réciproquement ils grossissent en raison de la profondeur, de la stagnation et de la qualité vaseuse des eaux. Cette proportion n'est nullement en rapport, soit avec la grandeur de l'animal, soit avec son genre de vie carnivore ou autre.

II. Les branches, moyennes pour l'origine entre celles-ci et les suivantes, donnent principalement les nerfs de l'œsophage et de l'estomac ; d'autres, plus petites, vont aux muscles du pharynx, des branchies, et sur la face branchiale de l'espèce de diaphragme tendu sur la glande clavicule.

III. Le plus postérieur des nerfs de cette paire

est celui qu'on a appelé de la *ligne latérale*. On supposait ce nerf constamment unique, situé le long de la ligne latérale, et sous-cutané.

Or, suivant les genres, ce nerf est simple ou double, c'est-à-dire séparé dès son origine en deux branches à-peu-près égales, lesquelles dans leur trajet sont ou toutes deux superficielles et sous-cutanées, comme dans les gades, ou bien l'une sous-cutanée et l'autre profonde et intermusculaire, comme dans les vives, les trigles. Quand il est unique, ou bien il est sous-cutané comme dans les cyprins, ou bien profond et intermusculaire, comme dans les brochets, les orphies, etc.

Dans tous les cas, il s'étend le long des flancs jusqu'à la queue sans donner de filets, mais en décroissant toutefois de calibre au-delà du milieu de sa longueur. On dit qu'il s'épanouit en rayonnant sur chaque face de la nageoire caudale; je n'ai pu le constater nulle part; l'extrême petitesse de ce nerf près de la queue m'en fait douter.

Dans tous les cas le nerf passe au-dessous de l'épaule, c'est-à-dire du pédicule de la grande clavicule. La branche sous-cutanée, quand il y en a deux, se sépare de l'autre à une ou deux lignes de l'origine. Dans les trigles, les vives, etc., la branche profonde s'enfonce dans les muscles latéraux, presque perpendiculairement, et paraît presque aussitôt à leur surface abdominale sous le péritoine. Elle passe d'abord sur la concavité des deux premiè-

res côtes, puis sur la convexité des suivantes, toujours subjacente au péritoine dans leurs intervalles. Ce n'est qu'après la septième côte qu'elle pénètre le plan moyen du muscle latéral, dans l'épaisseur duquel elle marche jusqu'à la queue.

S'il y a deux branches sur chaque flanc, leurs extrémités terminales ne s'anastomosent pas.

Dans le genre gadus, ou les deux nerfs de chaque flanc sont sous-cutanés, séparés dès l'origine ils ne divergent qu'arrivés à la peau au-delà de la clavicule. Alors ils s'écartent d'une quantité variable presque à angle droit. Celui qui s'est dévié, parvenu à huit, neuf, dix ou douze lignes de son congénère, se réfléchit brusquement pour lui redevenir parallèle, et ils conservent entre eux ce parallélisme jusqu'à la queue. Quelquefois l'un des deux se termine dans le trajet. Alors l'autre se divise et envoie à angle très-ouvert un filet qui bientôt se réfléchit pour continuer la direction de celui qui est interrompu.

Dans les murènes, les esox, les squales, les raies, les esturgeons, le nerf unique et situé dans l'épaisseur des muscles dorsaux, est ordinairement moins distant de l'axe du corps que de la surface.

Dans aucun genre, ce nerf n'est contigu et encore moins coïncident sur tout son trajet avec la ligne de *pores* connue sous le nom de *ligne latérale*. Il est constamment situé au-dessous d'elle, d'une quantité qui peut égaler le quart ou le tiers du dia-

mètre du corps, par exemple dans les smarris.

Tel est le plan général des branches de la huitième paire, communes à tous les poissons.

Voici la disposition particulière de celles qui sont propres à quelques genres ou à quelques espèces dans un même genre.

1°. Dans les cyprins, de la partie inférieure et intérieure du bord externe du ganglion de la huitième paire, naît un système de nerfs distribués à un appareil qui n'avait pas encore été ni décrit ni déterminé. Comme ces nerfs font une grande partie de la masse de cet appareil, qui ne paraît exister que pour servir à leur action, nous en plaçons ici la description.

L'existence de cet appareil n'avait été qu'indiquée, t. III, p. 225 de l'anat. de M. Cuvier. Il y est considéré comme une glande salivaire.

La moitié postérieure du palais des cyprins est plafonnée d'une couche charnue à fibres musculaires très-fines, très-intimement entrelacées, et dont la texture rappelle celle du plan supérieur de la langue de l'homme (*pl.* IV, *fig.* 3; *pl.* IX, *fig.* 1).

Mieux encore que l'examen anatomique, les mouvements spontanés qui s'y exercent après la mort, montrent que la direction de la plupart de ces fibres est longitudinale. Cette couche musculeuse est revêtue d'une membrane muqueuse à papilles très-distinctes, surtout en arrière

au-devant d'une plaque calcaire fixée sur l'os basilaire. (Cette plaque sert de frottoir aux dents pharyngiennes qui se meuvent horizontalement sur elle.) Un appareil véritable de manducation et de trituration, se trouve donc contigu à cet organe, comme les arcades dentaires le sont à la langue. Une partie des substances triturées se trouve nécessairement en contact avec la partie postérieure de ce palais charnu. Cela est d'autant plus inévitable que cette partie postérieure est très-érectile.

Cinq gros troncs nerveux (voyez les figures citées), chacun de plus d'une ligne de diamètre, sur une carpe d'un pied de long, et disposés sur deux rangs, se rendent dans ce plafond, à travers une plaque cartilagineuse, à-peu-près quadrilatère. L'office de cette plaque paraît être d'empêcher la compression des nerfs et des vaisseaux. Ceux-ci sont presque aussi gros chacun que le tronc même de l'aorte. Le nerf postérieur, toujours le plus gros, passe ordinairement par une échancrure du bord correspondant de la plaque. Le volume des autres nerfs va en diminuant en avant, à peu près comme l'épaisseur de l'appareil charnu : la structure papilleuse diminue aussi dans ce sens. Cette épaisseur, sur une carpe d'un pied de long, n'est pas moindre de quatre lignes près de la plaque basilaire. Cette épaisseur, la structure papillaire, et le volume proportionnel des nerfs, sont beaucoup moins pro-

noncés chez le barbeau, où l'organe est bien moins parfait que chez la carpe (*pl.* X, *fig.* 2). En entrant dans le tissu charnu, les nerfs se ramifient en filets très-fins, et peuvent être suivis jusqu'à la membrane muqueuse bien plus facilement que ne le peuvent être les filets du nerf lingual à la langue d'aucun mammifère. Dans la carpe la somme en volume de ces nerfs, surpasse celle des nerfs branchiaux, œsophagiens et latéraux.

Dans aucun des autres genres que j'ai examinés, quelle que soit la mollesse de la membrane palatine, il n'y a pas le moindre vestige de cet ordre de branches du pneumo-gastrique.

2°. Dans la torpille (*pl.* V, *fig.* 2) les quatre premiers nerfs branchiaux se divisent à leur embranchement même, sur le tronc de la huitième paire, en deux rameaux. Le supérieur, des deux tiers plus gros que l'autre, se rend dans la partie correspondante de l'organe électrique. Le cinquième nerf branchial seul ne s'y rend pas. Aussi ce cinquième nerf est-il à son embranchement avec le tronc, presque moitié plus petit que chacun des précédents. On se souvient que le cinquième nerf de la cinquième paire de la torpille se rend dans la partie antérieure de cet organe.

Ces nerfs électriques de la huitième paire ont, comme celui de la cinquième du même animal, leur filets libres et disposés en écheveaux.

On doit aussi se souvenir que conformément

à la loi suivant laquelle l'axe cérébro-spinal se renfle aux points d'insertion des nerfs sensitifs, en proportion du volume de ces nerfs, l'excès de volume du nerf pneumo-gastrique des poissons, coïncide constamment avec un développement proportionnel de différentes parties du quatrième ventricule. Les extrêmes de cette proportion s'observent dans l'orphie et aussi dans les trigles (voy. *pl.* VII, *fig.* 2 et 3), pour le moindre développement; et dans les squales, les raies et surtout la carpe (*pl.* I, *fig.* 2), pour le plus grand développement.

On a déjà vu que le tronc même du nerf pneumo-gastrique à sa naissance, varie d'un genre à l'autre. 1° Dans les cyprins un ganglion semilunaire, communiquant avec la moelle par un ruban médullaire blanchâtre, donne origine à tous les nerfs de la huitième paire, y compris le premier branchial (*pl.* IX, *fig.* 1). 2° Dans l'esturgeon tous les filets d'insertion à la moelle sont bientôt réunis en un faisceau unique, plutôt plexiforme que gangliforme. 3° Dans les raies, les squales et les murènes, chaque filet d'origine ne s'insère pas immédiatement à la moelle, mais par l'interposition d'un petit pédicule nacré, dont la couleur et la texture diffèrent à la fois et de celles du nerf et de celles de la moelle. Ce mode d'insertion, déjà observé pour la cinquième paire de plusieurs poissons, prouve que les nerfs ne sont pas continus à la moelle, et

l'on sait d'ailleurs qu'ils n'en sont pas une production (*pl.* I, *fig.* 1; *pl.* III, *fig.* 2 et 4; *pl.* XII, *fig.* 2). 4° Dans les baudroies et tétrodons, le nerf, s'insérant par des filets analogues à ceux des nerfs spinaux des mammifères, présente aussi, comme ces mêmes nerfs, un ganglion d'une structure tout-à-fait pareille (*pl.* V, *fig.* 1). Dans les tétrodons surtout, ce ganglion est à lui seul presque aussi volumineux que tout l'encéphale. Or, les nerfs n'en sont pourtant pas, à beaucoup près, d'une proportion semblable. 5° Dans les pleuronectes (*pl.* XI, *fig.* 1) il n'y a pas, sur le tronc du nerf à sa sortie du crâne, un ganglion unique, qui intercepte la totalité des filets nerveux : mais il existe sur la longueur du nerf une suite de ganglions au point de séparation de chacune de ses branches. 6°. Enfin, dans la lamproie (voy. *pl.* VI, *fig.* 1; *pl.* III, *fig.* 10), le tronc unique de la huitième paire, ou mieux du pneumo-gastrique (puisqu'il n'y a que six paires de nerfs qui le précèdent dans ce poisson), s'insère par quatre ou cinq filets, non pas à la moelle même par juxtaposition et continuité, mais sur la meninge, qui, depuis le premier nerf spinal jusque près de la cinquième paire, sur une longueur de près de quatre lignes, est écarté de plus d'une demi-ligne de toute la surface de l'encéphale par un fluide interposé.

Il n'existe dans aucun poisson le moindre vestige du nerf accessoire de la huitième paire, autrement dit nerf spinal ou de Willis.

2°. Dans les *reptiles*, beaucoup plus petit à proportion que dans les poissons et surtout que dans pas un des mammifères et des oiseaux, ce nerf se distribue à la langue, à l'œsophage, à l'estomac et aux poumons. Les branches pulmonaires sont justement les plus rudimentaires de toutes.

Dans la vipère fer-de-lance de la Martinique, dans les serpents à sonnette, et à très-peu de différences près dans les autres serpents, dans les lézards, par exemple le lézard ocellé et le caméléon, le rameau le plus remarquable du nerf vague, séparé de son tronc après la sortie du crâne, se rend à la langue.

En voici la disposition chez les serpents à sonnette. Le tronc du nerf pneumo-gastrique se dirige d'abord obliquement en arrière et en bas, en contournant d'abord les muscles spinaux, puis l'œsophage, jusqu'à l'angle du levier coudé, que représente chaque branche de la mâchoire inférieure, allongée dans ces serpents par un os enclavé partout ailleurs dans les parois du crâne, ou très-peu mobile sur quelque point de sa surface. A cet angle le pneumo-gastrique se divise en trois branches : les deux postérieures vont à l'estomac et au poumon. La branche pulmonaire n'est qu'un filet souvent difficile à disséquer.

La branche antérieure, dirigée en avant, donne bientôt un gros rameau pour les muscles rétracteurs de la langue; plus loin, d'autres filets aux muscles de là glotte; plus loin, d'autres encore aux muscles protracteurs de la langue, et au-delà un rameau s'enfonce dans les muscles intrinsèques et moteurs des deux languettes terminales.

Après avoir donné tous ces filets, la branche linguale de la huitième paire, à-peu-près vers la hauteur du trou mentonnier (ouvert ici à la face interne de l'os), s'anastomose avec le nerf maxillaire inférieur sorti par ce trou. De cette anastomose partent trois ou quatre filets distribués à la surface de la langue jusqu'à ses pointes.

La huitième paire est donc le seul nerf distribué aux muscles de la langue et de la glotte; et les nerfs de la surface de la langue, seul organe de toucher dans les serpents, proviennent d'une anastomose jusque-là inconnue dans l'anatomie des nerfs.

Dans les lézards (j'ai disséqué ce nerf sur le caméléon et le lézard ocellé) la disposition du nerf pneumo-gastrique et la proportion de ses trois branches, pulmonaire, œsophagienne et linguale, sont à-peu-près comme dans les serpents. Le volume de la branche linguale, toujours la plus grosse, dépend du volume et surtout de la mobilité de la langue. Aussi, le nerf lingual du caméléon surpasse-

t-il beaucoup celui du lézard ocellé, sur un animal deux ou trois fois plus petit. Chez le caméléon, où le tambour de l'oreille est aussi bien séparé que dans les mammifères, et s'étend jusqu'au poumon, la huitième paire en contourne la paroi externe. Dans ce trajet elle s'anastomose avec le grand sympathique, dont la terminaison se fait sur la cinquième paire à sa sortie du crâne. Avant de quitter les côtés du tambour auditif, le rameau lingual reçoit, entre l'angle des mâchoires et le sommet de la grande corne ou corne antérieure de l'hyoïde, un filet récurrent de la poitrine. Ensuite le tronc qui résulte de cette anastomose, suit le bord de cette corne, et reçoit deux ou trois filets très-fins du glosso-pharyngien. Ce tronc, un peu au-dessous du sommet de la grande corne de l'hyoïde, se réfléchit en haut, pénètre entre les deux couches de muscles qui enveloppent cette corne. Dès-lors il est tordu en une spirale dont les tours sont fort rapprochés. Devenu superficiel à la base de la langue, c'est-à-dire dirigé entre la membrane muqueuse et l'espèce de gaine fibreuse à réseaux annulaires, dans laquelle glisse le long manche de la langue, il parvient toujours tordu en spirale à la base de cette espèce de gland, dont l'axe cartilagineux est mobile sur le long stylet fibro-cartilagineux et très-élastique que j'ai nommé le *manche*. Le long de cette partie terminale et renflée de la langue, le nerf devient rectiligne. Il donne des filets à cette espèce de plate-

forme qui recouvre la partie supérieure du gland de la langue, et finit en s'épanouissant dans l'espèce de tissu caverneux de la cupule terminale de l'organe.

Dans les lézards, ce nerf, beaucoup plus petit, non tordu en spirale, ne reçoit point d'anastomose récurrente de la poitrine.

Dans les serpents, les sauriens et les batraciens, il n'existe pas de traces du nerf accessoire au pneumo-gastrique, ou du nerf spinal. Tous ces animaux, comme les poissons, manquent en effet de cou. Or, c'est aux muscles inspirateurs du cou que se distribue ce nerf dans les mammifères. Mais les tortues, où le cou est plus long à proportion que chez les mammifères, ont un nerf spinal à insertions très-nombreuses, décrit et figuré par Bojanus.

Ce nerf (voy. *pl.* XI, *fig.* 2, 3 et 4) diffère de celui des mammifères, par l'insertion de ses filets sur un étage plus élevé du cordon supérieur de la moelle. Le tiers postérieur de ces insertions a lieu sur la face supérieure même de cet organe. Aussi, le premier nerf cervical insère-t-il ses racines dorsales au-dessous des insertions correspondantes du spinal. Les racines de ce nerf sont si pressées les unes contre les autres, qu'elles ne s'étendent pas jusqu'au premier nerf cervical, bien qu'elles soient trois fois plus nombreuses que chez l'homme. Comme dans tous les mammifères, ces racines s'embranchent promptement sur le nerf dont le tronc

est tout formé avant d'atteindre le trou de sortie. Simplement adhérent au nerf vague dans le canal de la jugulaire, il s'en sépare en dehors, se réfléchit en arrière, donne d'abord deux filets aux muscles voisins, et finit par s'anastomoser avec les troisième et quatrième nerf cervical.

3°. *Dans les oiseaux.* M. Cuvier dit qu'à sa sortie du crâne le nerf vague s'entrecroise avec le lingual et le glosso-pharyngien, que le glosso-pharyngien est en arrière, le nerf vague au milieu, et le lingual en avant.

Voici mes observations sur les corneilles.

Le nerf vague naît de la partie postérieure du bord du quatrième ventricule, un peu plus bas que le nerf auditif. Il s'insère par plusieurs racines réunies au trou de sortie dans l'occipital latéral, derrière le petit conduit qui transmet le glosso-pharyngien. En sortant de l'os, il communique avec le glosso-pharyngien en avant, et en arrière avec le premier cervical et des filets du grand sympathique. Presque dès sa sortie, il s'en sépare une anse recourbée en haut et en avant, qui se place entre la membrane pharyngienne et les muscles. Elle se divise en deux branches : 1° l'externe descend sur la face supérieure de la trachée, et se propage jusqu'au larynx inférieur, où elle se termine; 2° l'interne, sans donner au larynx supérieur d'autres filets que ceux qui proviennent de l'anastomose avec le glosso-pharyngien, passe au-delà de

cette anastomose, laquelle se fait par deux ou trois filets, avant la terminaison du glosso-pharyngien dans les muscles du larynx ; passe ensuite au-dessous de la corne hyoïdienne et de ses muscles, et se place sous la langue, aux muscles de laquelle elle donne des filets, et se prolonge en-dessous jusqu'à la pointe de cet organe. Ce nerf est évidemment l'analogue pour l'origine et les connexions de celui que j'ai décrit dans les trigono-céphales. Quant à sa distribution il répond à l'hypo-glosse, et effectivement il n'est destiné qu'à la partie inférieure de la langue.

Au-delà de ce nerf, le tronc du nerf vague augmente de volume, descend le long du cou sans anastomoses, et pénètre dans la poitrine, où il se distribue aux poumons, au cœur, à l'œsophage, à l'estomac, comme dans les reptiles. Il donne pourtant quelques filets à la membrane du larynx inférieur; mais point aux muscles de cet organe qu'animent des filets nerveux provenant des dernières paires cervicales.

Je n'ai vu de nerf spinal dans aucun des oiseaux palmipèdes, échassiers, passereaux, de proie, diurnes ou nocturnes, où je l'ai pourtant scrupuleusement cherché. Et en effet, dans les oiseaux les muscles du cou ne contribuent en rien à la dilatation de la poitrine dans la respiration. M. Serres (p. 302) ne l'a pas non plus trouvé dans ces mêmes familles. Il dit l'avoir enfin observé sur l'autruche, le ca-

soar et la cigogne blanche. Ses faisceaux tous postérieurs , dit-il, descendaient au niveau des branches postérieures du quatrième nerf spinal , et venaient se réunir au tronc du nerf pneumo-gastrique. Mais il n'a pu suivre leur distribution.

4°. *Chez les mammifères*, ce nerf s'insère au-dessous du bord du quatrième ventricule, un peu en arrière du point d'où se dégage le pédoncule du cervelet, et en dehors de l'éminence olivaire, quand elle existe; mais plus près du cordon supérieur du quatrième ventricule ou corps restiforme, que de l'éminence olivaire, ainsi que Gall et Vieussens en avaient déjà fait la remarque, qui est importante, puisqu'elle indique la destination sensitive du plus grand nombre des filets de ce nerf (*pl.* XII, *fig.* 3).

Ses filets d'origine sont tous disposés sur un même plan , et s'il y a réellement deux ou trois filets étagés l'un sur l'autre , leur direction est parallèle, et ils ne se réunissent pas angulairement. Mais en restant ainsi parallèles relativement au niveau , ils convergent dans leur plan vers le trou de sortie , où vient par derrière se réunir, pour ne former qu'un faisceau commun , le nerf spinal. Ce nerf n'est réellement pas distinct du vague. La distance où s'implantent ses racines n'est pas une raison de l'en séparer. Ce qui est bien remarquable, et ce que l'on n'a pas encore pourtant remarqué, c'est que toutes les insertions cervicales de ce nerf se font

sur le même étage des fibres de la moelle, que les insertions du faisceau pneumo-gastrique même. Seulement les insertions postérieures du spinal se relèvent d'autant plus, qu'elles sont plus reculées. Mais il n'est pas exact de dire, comme M. Gall (pag. 71), qu'il forme un passage naturel des nerfs cervicaux aux nerfs de la tête, attendu que quelques-uns de ses filets naissent dans le cou et d'autres dans la tête, et que tous ses filets viennent des racines postérieures. Car d'abord les filets d'origine les plus antérieurs sont en arrière du trou occipital, et ensuite, les insertions de ces filets ne se confondent nullement avec les insertions postérieures des nerfs correspondants. Ces insertions postérieures des nerfs cervicaux se font sur l'union du tiers externe environ avec le tiers moyen de la largeur de la face supérieure de la moelle. Au contraire, les insertions du nerf spinal sont toutes latérales, un peu au-dessus du milieu de la hauteur de la moelle, par conséquent au-dessus du ligament dentelé. Ces racines, comme celles du pneumo-gastrique, sont toutes sur le prolongement d'une même ligne, un peu obliquement dirigée de bas en haut, et d'avant en arrière; de sorte que les insertions postérieures sont plus élevées que les autres.

Dans l'homme et dans les mammifères, les insertions de ce nerf, à chaque segment vertébral de la moelle, se font par un nombre très-inégal de filets.

Dans le bœuf, la dernière insertion a lieu entre la sixième et la septième vertèbre, et le nombre des filets d'insertion va jusqu'au-delà de 40, les uns simples, les autres bifurqués; il n'y a que 5 ou 6 racines dans l'homme, et c'est quelquefois à la quatrième, quelquefois à la cinquième ou à la sixième paire cervicale, qu'il commence. Les racines sont d'autant plus distantes qu'elles sont plus postérieures et supérieures. En général, les insertions se marquent mieux par paires ou par anneau vertébral sur la moitié antérieure, que sur la moitié postérieure de cette longueur. Dans les deux premières vertèbres chez le bœuf, il y a deux faisceaux d'origine résultant pour la première vertèbre de deux cordons composés de deux ou trois filets chacun ; pour la deuxième de quatre cordons chacun à filets simple ou double. Mais au-delà de la troisième vertèbre, les filets d'origine, au nombre de vingt-huit ou trente, sont tous à-peu-près également distants, c'est-à-dire d'une ligne et demie à deux lignes, et se confondent successivement, en s'inclinant l'un sur l'autre, avec le nerf qui va en grossissant et en s'écartant davantage de la surface de la moelle, qu'il est plus antérieur. Dans tout cet espace, les filets du spinal naissent donc également et dans les segments correspondants aux origines des nerfs cervicaux, et dans les segments qui alternent avec ces origines. Comme pour les filets d'origine de ces mêmes nerfs, un filet s'anasto-

mose quelquefois avec l'un ou avec les deux filets collatéraux, avant la réunion commune dans le tronc du nerf. Le tronc ainsi formé, pénètre dans le trou de l'occipital latéral qui transmet le nerf vague, et se confond avec celui-ci dans son ganglion commun. On se souvient que dans les ruminants et les carnivores, ce ganglion communique avec le nerf facial durant le trajet de celui-ci dans le rocher, par un gros rameau qui traverse un conduit de ce même os. Cette anastomose n'existe ni dans l'homme ni dans le lapin, ni probablement le reste des rongeurs.

Ce même ganglion communique aussi avec l'hypo-glosse en arrière dans le chien par une autre anastomose dirigée à travers un conduit osseux particulier. Cette anastomose n'existe non plus ni dans l'homme, ni dans le lapin et les ruminants; transmet-elle à l'hypo-glosse des filets du spinal, et est-ce à cette accession que tient cette habitude des chiens de tirer la langue hors de la gueule, en haletant quand les mouvements respiratoires et circulatoires viennent à s'accélérer?

Il arrive quelquefois chez l'homme que tous les filets de l'origine supérieure de la première paire cervicale (ou nerf sous-occipital), quelquefois la pluralité, quelquefois le plus petit nombre, quelquefois aussi le premier filament de l'origine de la deuxième paire, se rendent au nerf accessoire, et alors il y a réciproquement un filet de l'accessoire

qui contribue à former l'origine supérieure de la première paire. Mais cette réciprocité n'est pas constante. (*Voy.* Jos. Frid. Lobstein, *de Nervo spinal. in script. nervol. min.*, t. II, tab. VII, fig. 1.) Ces filets accidentels de l'accessoire ne se confondent pas avec les siens propres, jusqu'à l'endroit où sort le filet supplémentaire de la première paire. A cet endroit, il existe sur les filets accidentels de l'accessoire un petit ganglion gros comme un grain de millet, dans lequel entrent aussi quelques filets propres à l'accessoire. Au-delà de ce ganglion, le faisceau de ces filets accessoires du spinal se sépare de son tronc, et se porte vers la sortie de la première paire pour en former la racine postérieure ou supérieure.

Sortis du conduit osseux, le nerf vague et le nerf spinal, encore réunis en un seul, ou déjà divisés en deux troncs, entre lesquels se développe quelquefois le ganglion cervical supérieur qui souvent même, dans les chiens, semble naître du nerf vague et ne communiquer, inférieurement avec le reste du sympathique, et supérieurement avec la sixième et la cinquième paire, que par des filets capillaires, divergent chacun vers leurs distributions.

Le nerf vague proprement dit se dirige en bas, en communiquant sur la première vertèbre avec l'hypo-glosse, le premier nerf cervical, encore avec le ganglion cervical ou son filet inférieur et avec le

glosso-pharyngien. Dans son trajet, le long du col, il donne 1° le nerf *laryngé supérieur* pour les muscles et la membrane muqueuse du larynx et de la glotte; 2° plus bas, une anse réfléchie en haut qui va s'anastomoser avec un filet descendant de l'hypoglosse. De cette arcade anastomotique partent les filets qui vont former le *plexus cardiaque supérieur*. Par eux les mouvements de la respiration se trouvent liés à ceux de la circulation. 3° Vers la clavicule d'autres filets vont se réunir à ce plexus cardiaque, dans l'homme. Les filets analogues à droite viennent de l'anse du nerf *laryngé inférieur* ou *récurrent*. 4° Le nerf *récurrent* se sépare à angle très-aigu d'abord, puis arqué en haut, du tronc du nerf vers la deuxième côte. Il contourne l'aorte à gauche, puis l'artère sous-clavière droite (axillaire des mammifères sans clavicule). Dans ce contour, il s'en sépare des filets, qui, réunis à d'autres du grand sympathique, forment le *plexus pulmonaire* autour de l'artère pulmonaire et de l'aorte; d'autres pénètrent dans le péricarde, et vont former à la face inférieure de la base du cœur le *plexus cardiaque inférieur*.

Les branches *récurrentes*, proprement dites, donnent, en remontant, des filets qui pénètrent dans la membrane muqueuse du canal aérien. Le reste va à la glande thyroïde et dans les muscles inférieurs du larynx.

Au-delà du récurrent le tronc du nerf, plutôt

grossi que diminué de volume, passe derrière les vaisseaux pulmonaires, et donne beaucoup de filets, dont le groupement, à deux endroits séparés, forme les *plexus pulmonaires* supérieur et inférieur.

Ensuite il s'accole au côté de l'œsophage, toujours plus à sa face postérieure qu'à sa face antérieure, lui donne beaucoup de filets qui s'anastomosent fréquemment avec d'autres filets du côté opposé, en formant des arcades devant et derrière le canal œsophagien. Les deux nerfs traversent le diaphragme, et s'épanouissent le long de la petite courbure de l'estomac sous le péritoine, en envoyant des filets aux *plexus hépatique*, *solaire*, et aussi au grand ganglion semi-lunaire. Le nerf du côté droit forme, avec le *plexus coronaire* de l'estomac, une large anastomose, d'où partent huit ou dix rameaux pour la face postérieure de cet organe.

Quant au *nerf spinal* proprement dit, il se sépare du vague à la sortie du crâne, descend plus en arrière du col, traverse le muscle sterno-mastoïdien vers le bas de son tiers supérieur, lui donne des filets ainsi qu'aux muscles splénius, et trapèze dans lequel il se termine.

En résumé, le nerf vague ou pneumo-gastrique n'a de racines cervicales, ou composant l'origine du *nerf spinal*, que dans les mammifères et les tortues. Ces racines et ce nerf accessoire manquent

dans les autres ovipares, reptiles, poissons et oiseaux.

Dans les mammifères le nerf vague ne fournit point de nerfs aux sens spéciaux, mais seulement à la sensibilité tactile des surfaces pulmonaire et digestive. Il fournit aussi chez ces animaux des nerfs moteurs aux muscles volontaires du larynx, des filets sensitifs à la glotte, au larynx, etc.; et des nerfs excitateurs de mouvements instinctifs et involontaires, par le spinal.

Dans les carnassiers et les ruminants le ganglion du nerf communique avec des nerfs principalement involontaires, le facial, et l'hypo-glosse, dans les chiens.

Dans les serpents il communique avec le maxillaire inférieur de la cinquième paire.

Dans les poissons, chez les pleuronectes, il communique dès l'origine avec la cinquième paire. Chez tous les animaux il communique, par plus ou moins de filets, avec le grand sympathique.

Chez les seuls poissons il paraît avoir une action sensitive ou motrice particulière, qui mettrait la respiration en rapport avec les mouvements et la sensibilité de toute la longueur du corps, par le *nerf latéral*.

Dans la torpille il est électromoteur.

Dans les cyprins il est organe unique du goût.

CHAPITRE VI.

DES NERFS GLOSSO-PHARYNGIEN ET HYPO-GLOSSE.

Ces deux nerfs dans les mammifères sont destinés, le premier en partie, le second en totalité, aux muscles de la langue. Les muscles du pharynx reçoivent les autres rameaux du premier.

1°. *Du glosso-pharyngien.*

Ce nerf manque absolument à tous les *poissons*, aux *serpents* et aux *batraciens*.

Dans les *tortues*, le glosso-pharyngien, né au-devant et au-dessous de la huitième paire, s'anastomose avec le symphathique dans le canal de la jugulaire, et sort par le même trou que le nerf vague, où ils s'anastomosent ensemble. Après avoir contourné l'extrémité de la première corne de l'hyoïde, il se divise en deux rameaux : l'interne plus petit va au pharynx, l'autre se distribue au muscle hyo-maxillaire, et s'unit dans son trajet au rameau lingual du vague par quatre ou cinq anastomoses fort courtes.

Dans les *sauriens*, d'après le lézard ocellé, les rapports du nerf glosso-pharyngien jusqu'à sa sortie du crâne, sont les mêmes que dans les tortues.

Mais je n'ai point vu de rameaux se rendre à la langue. Il se distribue tout entier aux muscles, qui, des cornes antérieure et postérieure de l'hyoïde, vont se fixer aux clavicules, et s'anastomose avec le rameau lingual du vague au-dessous de l'embranchement du rameau stomacal de ce nerf.

Le glosso-pharyngien manque au caméléon.

Dans les *oiseaux*, chez la cigogne, suivant M. Cuvier, né au-devant du pneumo-gastrique par deux filets que réunit presqu'aussitôt un ganglion quadrangulaire allongé, anastomosé en arrière avec la huitième paire, ce nerf descend le long de l'œsophage, et se divise en deux rameaux. L'un remonte au-devant du cou et se distribue aux muscles de l'os hyoïde; l'autre descend sur les parois latérales de l'œsophage, et fournirait une branche au nerf lingual avec lequel il s'anastomose; le reste se distribue à l'œsophage.

Voici ce que j'ai observé sur les corneilles freux et mantelée, les plus gros des passereaux de notre pays.

Au-devant et contre la huitième paire, naît le glosso-pharyngien par deux très-petits filets; ils sortent réunis en un seul tronc par un trou antérieur à celui du vague, en dedans et en arrière de la cavité auditive. En sortant de ce conduit, il s'anastomose par un filet presque aussi gros que lui avec le nerf vague : il marche entre la membrane pharyngienne et les muscles cervicaux, presque pa-

rallèlement au rameau lingual du nerf vague, avec lequel il s'anastomose à la hauteur de l'angle de la mâchoire. Aussitôt il décrit une courbe en dedans, parvient sur les côtés de la glotte, et se distribue exclusivement par trois ou quatre filets à ses muscles et à ceux du larynx supérieur. Pas un seul, ne va ni à la langue ni aux muscles des branches de l'hyoïde.

Dans le cygne et le canard, à une ligne de sa sortie du même trou que dans les corneilles, le glosso-pharyngien se renfle en un ganglion lenticulaire, du même volume que le ganglion ophtalmique de l'homme. De ce ganglion partent deux branches principales, et des filets directement épanouis dans le pharynx.

La branche postérieure se bifurque à moins d'une ligne de son origine : le rameau supérieur s'anastomose après un trajet de deux lignes avec la huitième paire; l'inférieur se divise encore. Le plus gros filet descend sur le pharynx en arrière, le plus petit se réfléchit vers le larynx, où il s'épanouit dans la membrane muqueuse.

La branche antérieure recourbée en avant, passe entre les muscles mylo-hyoïdien et operculo-hyoïdien, puis sous la membrane denticulée qui borde la glotte en dehors, puis encore sur l'articulation de l'os de la langue avec l'hyoïde à travers un paquet de graisse. Subjacente à la membrane muqueuse de la face supérieure de l'organe, elle par-

vient jusqu'à sa pointe en se divisant dans le repli festonné, qui y forme un bord flottant de chaque côté.

Cette distribution dans les passereaux et dans les palmipèdes, diffère tant de celle de la cigogne, que peut-être a-t-on pris dans cet oiseau le rameau lingual du vague, pour le glosso-pharyngien.

On voit donc que ce nerf, dans les corneilles, et sans doute dans les autres passereaux, ne correspond au glosso-pharyngien que par son origine, antérieure à celle du vague, et nullement pour sa disiribution qui est justement celle du rameau laryngé supérieur de cette dernière paire chez les mammifères.

Dans les *mammifères*, le nerf glosso-pharyngien n'est réellement par rapport au nerf vague, que ce que les filets musculaires de la cinquième paire, le facial de la septième paire, sont à chacune de ces paires. Ses filaments forment une insertion et puis un petit cordon un peu antérieur et inférieur au nerf vague pour la position. Sorti par un trou particulier de la dure-mère, il se réunit dans le conduit osseux au nerf vague, par une communication du genre des précédentes, et quelquefois si intime, qu'il est tout-à-fait soudé au ganglion du nerf vague. Il n'y a jamais de ganglion bien distinct sur le tronc du glosso-pharyngien.

En sortant du conduit osseux, il reçoit des filets du nerf facial et du vague, et puis se divise en deux ou trois rameaux, l'un desquels se ramifie aux

muscles de l'apophyse styloïde, c'est-à-dire aux muscles, qui de cet os vont à la base de la langue et au pharynx. Quelques filets s'épanouissent dans la membrane muqueuse de ces parties. L'un d'eux dans le chien, se suit distinctement dans le tissu qui enveloppe l'orifice de la trompe d'Eustache; un rameau se distribue à la glande sublinguale, les principaux filets s'épanouissent dans les papilles charnues de la base de la langue. Cela est très-visible dans l'homme, le chien, le chat, etc.

2°. *Du nerf hypo-glosse.*

Ce nerf manque à tous les *poissons*, aux *serpents*, aux *batraciens* et aux *oiseaux;* je ne l'ai pas trouvé dans le lézard ocellé et le caméléon.

Voici sa disposition dans la *tortue terrestre* d'après M. Bojanus. Il s'insère par trois filets, au milieu de la largeur du cordon inférieur de la moelle, un peu au-devant du premier nerf cervical (voy. *pl.* XI, *fig.* 2). Sorti du crâne par un trou du basilaire qui débouche dans le canal de la jugulaire, il s'y contourne entre le nerf vague et le nerf accessoire ou spinal, et s'en dégage derrière la grande corne de l'hyoïde. Son principal rameau se réfléchit en arrière, accompagne le nerf vague jusqu'à la cinquième vertèbre, et se termine dans les mêmes muscles cervicaux, où se termine aussi le nerf récurrent du vague, venu de la poitrine. Ces

deux rameaux forment ainsi le long du cou une ligne nerveuse auxiliaire des nerfs cervicaux. Une partie de ses filets pénètre dans le muscle omo-hyoïdien.

Les ramuscules antérieurs vont au muscle hyoglosse et les plus longs jusqu'au génio-glosse.

Dans les *mammifères* il naît par douze à quinze filaments et même plus, de la face inférieure seulement de la moelle au bord externe de l'extrémité postérieure des pyramides, c'est-à-dire, sur le prolongement de la même ligne où s'insèrent, en avant les filets de la troisième et de la sixième paire, et en arrière, tous les filets des racines inférieures des nerfs spinaux. Comme tous les nerfs exclusivement moteurs et sans autre terminaison que la profondeur des muscles, il n'a aucun filet provenant de la face supérieure ou même latérale de la moelle. Selon les espèces, la quantité et la vitesse des mouvements dont la langue est susceptible, soit pour l'exercice de la voix, soit pour la mastication, soit pour l'appréhension directe des aliments, ou de la boisson, le volume de ce nerf varie en raison directe de la quantité et de la promptitude de ces mouvements. Ainsi il est plus gros dans les chiens et les chats, que dans les ruminants, les rongeurs, etc.

Le nombre de ses filets d'insertion varie dans le même rapport, ainsi que le groupement de ses filets, en faisceau plus ou moins distinct. Dans les

chats, par exemple, il y a trois faisceaux très-marqués. Il n'y a jamais aucun ganglion sur le tronc de ce nerf, même dans les carnassiers, où il reçoit la grosse communication que nous avons indiquée en parlant du nerf vague.

Chez l'homme, où il a été très-bien, mais trop longuement décrit par Boehmer (*Script. nevrol. min*. t. 1, *pl.* 7,) il s'insère entièrement au cordon inférieur de la moelle, dans le sillon qui sépare les pyramides des olives, mais plus près des premières par trois ou quatre faisceaux de filaments ou racines. Le faisceau antérieur ou supérieur n'est distant que de trois lignes du bord postérieur du pont; le deuxième est séparé du précédent en avant, et du troisième en arrière, par les deux origines de l'artère profonde supérieure du cervelet; le troisième est séparé du quatrième, quand celui-ci existe par l'artère profonde inférieure du cervelet. Enfin intérieurement tout le long des pyramides, l'artère vertébrale, à partir de sa dilatation, appuie de dedans en dehors contre tous ces faisceaux d'insertions, que les trois origines des artères cérébelleuses compriment aussi d'avant en arrière. Cette disposition d'entrelacement avec les artères est propre à ce nerf. Ellle est bien représentée *pl.* VI de l'ouvrage cité.

Ces quatre faisceaux d'insertion convergent en dehors et forment deux cordons qui traversent séparé-

ment la dure-mère, et pénètrent dans le trou condyloïdien antérieur, accompagnés d'une petite artère et d'une petite veine. Les filets restés distincts dans le canal condyloïdien, s'entrelacent intimement à sa sortie, un peu au-delà de laquelle le nerf passe sous le vague, dont il reçoit plusieurs filets. Au-delà de cet accolement à la huitième paire, sur environ un demi-pouce, il s'en dégage entre le tronc de ce nerf en avant et l'accessoire de Willis en arrière, couvert par la veine jugulaire interne. Parvenu à la hauteur du bord inférieur de la première vertèbre, il reçoit de la huitième paire en avant, un rameau long au plus d'une ligne, presque aussi gros que lui; et en arrière, du plexus que forment des filets de l'arc nerveux antérieur de la première paire cervicale et des filets du premier ganglion cervical, un autre rameau de la même grosseur et un peu moins court. Il double de volume par la jonction de ces deux rameaux.

Sa distribution aux muscles ne diffère guère de ce qu'elle est dans les autres mammifères carnassiers et ruminants. Son rameau le plus antérieur parvient jusqu'à trois lignes de la pointe de la langue, entrelacé dans les fibres du muscle stylo-glosse. Le prolongement du tronc nerveux suit en dedans l'artère linguale, jusqu'au sommet même de la langue, en croisant les fibres du génio-glosse. Dans ce trajet il anastomose, surtout dans le bœuf,

un certain nombre de filets, avec des filets correspondants du nerf lingual. Quelquefois dans l'homme il n'y a pas une seule de ces anastomoses.

CHAPITRE VII.

DES NERFS SPINAUX, C'EST-A-DIRE DE TOUS LES NERFS POSTÉRIEURS AU QUATRIÈME VENTRICULE.

Excepté la cinquième paire, tous les nerfs dont il vient d'être question, ne s'insèrent qu'à un seul cordon de l'axe cérébro-spinal, ou seulement sur la face supérieure, ou seulement sur la face inférieure du système. Aussi, tous, excepté la cinquième paire, sont-ils ou exclusivement excitateurs de sensation ou exclusivement excitateurs de mouvement.

Tous les nerfs dont l'insertion est postérieure au nerf vague, ont au contraire dans tous les animaux, excepté les *serpents* parmi les reptiles, et les *lamproies* parmi les poissons, deux rangées d'insertions, l'une supérieure, à la face dorsale, l'autre inférieure, à la face abdominale du système. Aussi, comme la cinquième paire, se distribuent-ils, partie aux muscles, partie à la peau.

Le nombre de ces nerfs n'est plus déterminé comme pour ceux dont nous avons fait l'histoire. Il n'y en a que seize paires dans le tétrodon mola,

et dans plusieurs espèces du même genre tétrodon et du genre diodon. Il y en a de quarante-deux à soixante et plus dans les mammifères; il y en a plusieurs centaines dans quelques serpents. Ceux qui en ont le plus après les serpents sont les sauriens. Il n'y en a que sept dans les crapauds.

Puisque la moelle épinière n'est composée de matière grise à l'intérieur, que dans les mammifères et les oiseaux, les nerfs spinaux n'ont donc point constamment deux ordres d'origine, l'une supérieure ou dorsale, l'autre inférieure ou abdominale; et la matière grise intérieure n'est pas une condition nécessaire et absolue de l'existence de ces nerfs.

Or, voici ce qui a été admis jusqu'ici au sujet et de cette double origine, et de cette dépendance, ou au au moins de cette corrélation des nerfs spinaux avec la matière grise. M. Gall le premier, (Vicq-d'Azyr n'en avait fait que la conjecture), et récemment en 1823, M. Bellingeri (*Acad. roy. des scienc. de Turin*, t. XXVIII), ont surtout développé cette idée.

Ils disent, par exemple, que quelques filaments des insertions antérieures, naissent directement de la substance blanche de la surface; que d'autres avec leur enveloppe de pie-mère, pénètrent dans la profondeur de la substance blanche, et que quelques-uns parviennent *peut-être* (*fortasse*; Belling.) jusqu'à la matière grise intérieure; que d'au-

tres filaments enfin intermédiaires aux précédents, et pénétrant profondément dans la moelle par le sillon collatéral de sa face inférieure, parviennent *peut-être* (*fortasse*) jusqu'au rebord de l'arc de matière grise.

Quant aux insertions postérieures, M. Bellingeri, qui a été jusqu'à circonstancier l'assertion générale de Gall, continue ainsi. Les filaments des sillons latéraux supérieurs (quand ces sillons existent) parviennent jusqu'au contact avec le bord supérieur de l'arc de matière grise. Quand la matière grise parvient jusqu'à la surface, alors les filaments en naissent directement. Il y a en outre deux autres ordres de filaments à ces origines supérieures. Les uns recevraient une enveloppe de pie mère, et pénètreraient profondément dans la matière blanche. C'est ceux-là dont l'arrachement laisserait sur la moelle une ligne de points ou de piquctures. Les autres n'adhèreraient qu'à la surface même de la moelle.

Chaque origine a donc, suivant M. Bellingeri, trois ordres de racines. Et à propos de cela, il blâme Gall d'avoir affirmé que toutes les racines venaient de la matière grise.

Or, on voit, d'après les expressions *peut-être* appliquées aux origines dans la matière grise, que ce fait est fort douteux. Ensuite M. Bellingeri ajoute qu'en préparant la moelle par l'ébullition dans l'acide nitrique étendu, les filaments nerveux se dis-

tinguent difficilement des vaisseaux sanguins, surtout ces filaments qui pénètrent avec leur enveloppe de pie-mère ; que cependant avec assez d'attention on triomphe de cette difficulté. On voit d'après les propres termes de l'auteur, combien il y a d'incertitude dans son procédé d'observation, et combien sont arbitraires les conséquences qu'il en tire.

Voici ce que l'observation montre de positif.

Dans les *poissons osseux* (je n'en ai point disséqué d'électriques, où la disposition peut être différente) chaque origine supérieure et inférieure se fait par un seul filet. Dirigés à peu près perpendiculairement à l'axe de la moelle vers le trou de sortie, les deux filets se réunissent en dehors de ce trou. Le filet inférieur, avant cette réunion, reçoit l'anastomose du ganglion correspondant du grand sympathique (*pl.* VIII, *fig.* 1, et *pl.* IX, *fig.* 3, sur le cyclopt. lump.). Le point de réunion quelquefois un peu renflé, pourrait être pris pour un ganglion. Mais outre que ce léger renflement est tout-à-fait en dehors du trou intervertébral, comme il se trouve sur le filet inférieur et non sur le supérieur, il n'y a pas lieu de le confondre avec le ganglion intervertébral avec lequel ce renflement anostomotique ne coëxiste pas moins chez les mammifères et les oiseaux. Le filet ou rameau inférieur ainsi anastomosé avec le grand sympathique, marche le long de la paroi abdominale sous le péritoine, autour du ventre. L'autre se recourbe en haut, contre la

colonne vertébrale, traverse les muscles dorsaux, et se divise en filets musculaires et en filets sous cutanés, qui ont un assez grand volume dans le tétrodon.

Comme, dans tous les poissons osseux que j'ai examinés, moins le tétrodon et la baudroie, la moelle épinière règne tout le long du canal vertébral, la direction des filets d'insertion depuis la moelle jusqu'au trou de sortie, est à peu près perpendiculaire, et par conséquent leur longueur est la plus petite possible. Mais dans ces deux genres, surtout dans le premier, l'absence complète de moelle épinière, nécessite l'insertion de tous les filets d'origine sur le pourtour extérieur des parois du quatrième ventricule, et, par conséquent, la plus grande longueur possible de ces filets, puisqu'ils doivent s'étendre depuis la hauteur de la première vertèbre jusqu'à la hauteur correspondante à leur trou de sortie. Par conséquent ici, la direction du filet par rapport à l'axe du système cérébro-spinal est la plus oblique possible, et même après les deux ou trois premiers nerfs, est parallèle à cet axe.

En conséquence les filets d'origine des trente-deux paires de nerfs de la baudroie, des seize paires du tétrodon (voy. *pl.* V, *fig.* 1), forment un double écheveau dont les filaments sont fixés entre eux par quelques lamelles ou fibrilles d'un tissu flocon-

neux très-rare, qui se condense d'avantage au pourtour du faisceau cylindrique que forment les deux écheveaux, et sur les deux faces duquel règnent des vaisseaux sanguins analogues à ceux qui accompagnent les surfaces correspondantes de la moelle. Les deux écheveaux parvenus à la pointe du quatrième ventricule s'écartent latéralement; et la surface concave qui représente leur coupe supérieure, se juxta-pose au demi-pourtour inférieur du quatrième ventricule. De sorte que les filets se terminent d'autant plus près de la pointe qu'ils sont plus postérieurs, et s'avancent d'autant plus sur la longueur du ventricule qu'ils sont plus antérieurs. Mais aucune insertion ne se fait sur les bords supérieurs de ce lobe.

Dans la baudroie, derrière le quatrième ventricule, existe un tronçon de moelle épinière, long de cinq ou six lignes, donnant naissance aux deux premières paires spinales. Et comme ces deux premières paires ont un excès de volume très-considérable et relatif à la structure de la nageoire où ils vont s'épanouir, il y a à la face supérieure de ce tronçon deux renflements ou mamelons très-marqués. En arrière de la deuxième insertion, le tronçon va en diminuant de calibre, devient conique, et comme pour le quatrième ventricule du tétrodon, les deux écheveaux de filets nerveux constituant le faisceau cylindrique ou *queue de cheval*, se distribuent sur chaque

côté de ce prolongement conique très-effilé, qui se termine à la septième vertèbre. Sur toute leur longueur dans l'écheveau, les filets nerveux y forment deux étages correspondants à chaque ordre de racines inférieure et supérieure. Quoique bien résistants, et partout hors de contact ou au moins séparés les uns des autres, ils sont dénués de névrilemme, qu'ils ne revêtent comme à l'ordinaire qu'en pénétrant dans le trou de sortie, au-delà duquel ils se comportent comme à l'ordinaire, c'est-à-dire qu'il n'y a pas le moindre renflement au rameau supérieur, et qu'il n'y en a qu'un insensible à l'anastomose du rameau inférieur avec le grand sympathique, anastomose qui se fait ici au point même où les deux filets se réunissent.

Une autre particularité dans les nerfs de la baudroie, c'est que les filets d'insertion des deux premières paires spinales, sont divisés en deux faisceaux qui restent distincts sur tout leur prolongement. Chaque faisceau supérieur, écarté à angle presque droit de celui qui se distribue à la nageoire, pénètre dans une gaine fibreuse qui contourne la face postérieure de l'occipital. Des deux cordons de chaque côté à-peu-près parallèles entre eux, l'interne, plus petit et provenant de la première paire, suit latéralement la partie postérieure d'un os en forme de carène qui joue dans une rainure des frontaux et des pariétaux, jusqu'à la base du rayon épicranien postérieur, et se

rend tout entier avec son congénère dans le petit pavillon flottant à l'extrémité de ce rayon. L'externe plus volumineux, et provenant de la deuxième paire, se divise en deux branches distribuées, à chacun des deux rayons, dont la base excavée en anneau, s'enclave dans le demi-anneau correspondant de l'os en carène. Ces deux branches sont aussi grosses chacune que les nerfs collatéraux des doigts de l'homme, et s'épanouissent aussi dans la petite palmette terminale de chacun de ces rayons.

Ces trois nerfs donnent aussi des filets aux muscles propres de ces rayons, et à ceux de l'os en carène.

L'addition de ces deux cordons si développés aux deux premières paires spinales, nécessite, concurremment avec le volume de ces deux paires elles-mêmes, l'excès d'amplitude du segment de moelle épinière, où elles s'insèrent. Aussi y a-t-il derrière le quatrième ventricule une paire de mamelons correspondants à l'excès de développement de ces nerfs.

Au premier abord, ces nerfs spinaux récurrents jusqu'auprès des narines de la baudroie, pourraient paraître hors du plan ordinaire. Mais comme dans les pleuronectes les rayons épicraniens de la nageoire dorsale, et dans l'échénéis, les lames de la ventouse et leurs muscles, reçoivent aussi leurs nerfs des deux ou trois premières paires spinales ; comme enfin dans les mammifères et

l'homme, le nerf occipital provenant de la deuxième paire spinale, contourne l'occipital et parvient même quelquefois jusqu'au frontal, le grand développement des nerfs correspondants de la baudroie n'intervertit pas réellement le plan de la distribution générale de ces nerfs.

Dans les trygles, les trois premiers rayons de la nageoire pectorale forment de véritables doigts pourvus d'un appareil musculaire, plus complet et plus développé mécaniquement que les muscles des doigts de l'homme (voy. *pl.* VII, *fig.* 2 et 3, *pl.* VI, *fig.* 5). Les trois premiers nerfs spinaux qui s'y distribuent ont un tel excès de volume qu'ils sont, à leur sortie, presque aussi gros que la moelle l'est elle-même en arrière des lobes surnuméraires; aussi sont-ils pourvus de ganglions intervertébraux. Comme pour le ganglion du nerf pneumo-gastrique des cyprins, l'insertion de chaque nerf, ou plutôt de son ganglion à la moelle, se fait dans l'intervalle de deux paires des lobes correspondants, par un pédicule de matière blanche, qui n'a rien d'analogue pour la structure ni au nerf ni au ganglion (1).

Excepté les filets presque capillaires fournis par ces nerfs aux muscles digitaux, et le rameau envoyé par la première paire aux muscles de la

(1) Il y a donc cinq paires de lobes et non trois, comme l'implique ce qu'en a dit M. Serres, et ce qu'on a répété après lui. Voy. mes figures citées plus haut.

vessie aérienne, chaque nerf est exclusivement destiné à la longueur de chaque doigt, comme les rameaux collatéraux des doigts de l'homme, rameaux qu'ils égalent absolument en volume chez un poisson d'un pied de long.

Ce rameau de la première paire des nerfs spinaux, distribué aux muscles de la vessie aérienne des trygles, est évidemment sans analogue dans les autres classes. Je l'ai même inutilement cherché dans tous les autres poissons, où des nerfs analogues peuvent venir toutefois des paires spinales postérieures. D'ailleurs, il y a beaucoup de poissons (par exemple, les cyprins, les murènes, etc.) où la vessie aérienne n'a pas de muscles propres ou intrinsèques. On ne peut donc voir dans ce filet l'analogue du diaphragmatique des mammifères, lequel d'ailleurs ne vient pas du deuxième nerf spinal, et qui ensuite manque dans tous les oiseaux et reptiles.

Enfin, le premier nerf spinal de la baudroie offre une particularité du même genre que le premier spinal des trygles. L'antérieur des deux cordons en qui ce premier nerf se divise, un pouce au-delà de l'anastomose avec le grand sympathique, envoie une grosse branche aux muscles du pharynx et de l'œsophage. Cette branche n'a pas le moindre filet qui la représente dans tous les autres poissons osseux ou cartilagineux que j'ai examinés. Et je ne

lui en connais pas non plus dans aucun animal des trois autres classes.

Dans tous les poissons où les nerfs spinaux sont, comme on verra, exclusivement excitateurs des muscles, ces nerfs n'ont jamais de ganglions, et en outre, ils ont un excès de petitesse presqu'infini, relativement aux nerfs des sens. Dans les lamproies, tel est cet excès de petitesse, que sur un individu de trois pieds de long il faut, en y regardant sans loupe, l'attention la plus minutieuse, et même l'habitude d'exercer cette attention pour découvrir ces nerfs.

Cette petitesse microscopique des nerfs spinaux, dans un animal de trois pieds de long sur deux pouces et demi de diamètre, et capable d'une locomotion aussi énergique, explique comment, dans les poissons volants (dans l'exocetus exiliens, par exemple, le plus agile d'entre eux, et dont les nageoires pectorales surpassent en surface le corps entier), les deux premières paires spinales, distribuées aux nageoires pectorales, n'ont pas plus de grosseur qu'à l'ordinaire. M. de Humboldt (*Relat. hist. de son voy. t.* I, in-4°) avait pourtant cru observer un excès relatif de grosseur dans ces nerfs. Mais je puis assurer que ce rapport de grosseur est le même à proportion que dans tous les poissons, où constamment les nerfs des nageoires sont plus gros que les autres. Or, on verra que cet excès n'est relatif qu'à la seule part

d'action sensitive de ces nerfs, et non à leur action mécanique.

Dans les raies il n'existe pas non plus de ganglions. Presque comme dans les mammifères, les nerfs spinaux s'insèrent dans une rainure collatérale sur chaque face de la moelle. Les filets de l'origine inférieure sont moindres que ceux de la supérieure. A leur sortie des trous de l'étui cartilagineux que forme le rachis, les seuls filets de l'origine supérieure subissent un très-léger renflement fusiforme, lequel n'augmente pas d'un tiers de millimètre le calibre qu'ils ont au-dessus. La différence est si petite qu'elle échapperait aisément sans la transparence d'une matière d'un gris jaunâtre, qui paraît envelopper la pulpe nerveuse blanche, visible à travers. Mais cette matière est molle et diffluente. Or, le caractère des ganglions intervertébraux, quelque part qu'ils existent, c'est autant leur texture solide que la différence de leur composition chimique. (1)

Chez les lamproies, où le système cérébro-spinal est si différent de celui des autres animaux vertébrés, les nerfs spinaux, comme nous le reverrons chez les ophidiens, n'ont qu'un seul ordre d'insertions, et cet ordre est abdominal ou inférieur. Chaque nerf s'insère sur la meninge extérieure, par un seul fi-

(1) Je dois cette observation à M. Fodera, qui considère ces renflements comme des ganglions.

le capillaire, plus microscopique que le nerf lui-même. Ces nerfs sont très-nombreux, car leurs intervalles n'étant que d'un peu plus d'une ligne sur un poisson de près de trois pieds de long, on voit qu'il y a près de trois cent paires de nerfs chez la lamproie. Ces nerfs sont si fins, que je n'ai jamais pu les suivre à plus de trois ou quatre lignes de leur trou de sortie. Il m'a été impossible d'y observer de divisions en branches ou en filets.

Chez tous les poissons (excepté pour les deux premières paires destinées aux nageoires *pectorales* dans quelques espèces où ces nageoires ont un office particulier, soit relatif au toucher comme chez les baudroies, soit relatif à un excès de mouvement comme chez les exocets), il n'y a qu'un seul filet à chaque rang d'insertion pour chaque nerf.

Les communications de ces nerfs spinaux avec le grand sympathique, se font par leur filet inférieur seulement, souvent avant sa réunion avec le filet supérieur, ou même quelquefois après la séparation des deux branches du tronc nerveux formé par la réunion des deux racines, mais constamment c'est seulement avec le nerf inférieur que se fait cette réunion.

Dans tous les genres de poissons osseux que j'ai examinés, excepté les gades, la discontinuité de la matière contenue dans le nerf avec la matière de la moelle, est évidente. La continuité n'existe qu'entre le névrilemme et les enveloppes.

Toujours aussi, excepté chez les raies dans l'étendue correspondante aux ailes, et dans le tétrodon et la baudroie, à cause de l'accumulation de tous les nerfs sur un très-petit cylindre de moelle, les racines d'une paire de nerfs sont séparées par un grand intervalle, des racines des paires voisines. Ces racines sortent à angle droit du canal vertébral. L'esturgeon seul (*pl.* V, *fig.* 4.), offre des racines obliquement dirigées, et dont les insertions sont très-rapprochées.

Les nerfs spinaux des *reptiles* et des *oiseaux* ont cela de commun, d'avoir leurs origines très-distantes collatéralement les unes des autres (voy. *pl.* III, *fig.* 6 et 7, etc.). Le petit nombre de filets qui existent à chaque origine, sont presque parallèles entre eux jusqu'au trou de sortie. Il n'y en a jamais plus de quatre ou cinq. Dans la tortue, le nombre des filets de l'origine inférieure est constamment plus grand que celui de la supérieure; si celle-ci en a deux ou trois, par exemple, l'inférieure en aura quatre ou cinq.

La distance d'une paire de nerfs à l'autre est en général d'autant plus grande, que chaque paire de nerfs a moins de calibre; et réciproquement. Aussi l'intervalle est-il constamment moindre pour les nerfs des membres (voy. les fig. précitées), qui sont constamment plus gros. Dans la tortue, par exemple, les nerfs dorsaux sont trois fois plus écartés l'un de l'autre à leur origine, que ceux des membres

antérieurs ou postérieurs. Il en est à-peu-près de même chez les oiseaux.

Toujours, lors même que les racines supérieures sont moindres en nombre et en volume que les inférieures, le ganglion se trouve seulement sur la direction des premières. La direction de tous ces nerfs, depuis la moelle jusqu'au trou de sortie, est à-peu-près perpendiculaire. L'obliquité en arrière s'observe cependant toujours un peu aux nerfs des membres postérieurs, surtout chez les oiseaux marcheurs. Cette obliquité ne dépend pas pour ces derniers nerfs de ce que la moelle se terminerait au-dessus de leur sortie, comme cela a lieu chez les mammifères, où cette brièveté de la moelle nécessite l'existence du faisceau de racines, connu sous le nom de *queue de cheval*. Car, chez tous les reptiles (quelques batraciens exceptés) et chez les oiseaux, comme on doit s'en souvenir, la moelle occupe toute la longueur de la colonne vertébrale. Comme à l'ordinaire, la division du nerf en deux branches, l'une supérieure ou dorsale, l'autre inférieure ou abdominale, se fait après le trou de sortie. L'anastomose du grand sympathique se fait sur le ganglion intervertébral, dans les oiseaux et les tortues. Les nerfs brachiaux et cruraux reçoivent seuls directement des filets du sympathique.

Les serpents, parmi les reptiles, offrent la particularité déjà mentionnée dans les lamproies.

Leurs nerfs, qui sont quelquefois au nombre de plus de trois cents paires, n'ont qu'un seul ordre d'origines, et cet ordre est inférieur ou abdominal. En outre, l'insertion de chaque nerf se fait par une seule racine, à chaque rangée, comme chez les poissons. Il m'a été impossible, même sur une vipère fer-de lance de presque quatre pieds de long, d'y découvrir de ganglions. J'ai constaté cette double disposition chez quatre autres espèces de cet ordre, savoir, le serpent à sonnettes, la vipère d'Europe, la couleuvre vipérine, et la couleuvre à collier. Dans ces reptiles, l'insertion de ces racines inférieures uniques se fait à une distance proportionnelle de la ligne médiane, à-peu-près semblable à ce qui s'observe pour les racines inférieures des autres reptiles.

Dans les tortues tous les rameaux supérieurs des nerfs dorsaux vont au muscle rétracteur de la tête. Les nerfs inférieurs en contournant le feuillet externe de la plèvre, vont gagner les muscles pectoraux et abdominaux. Souvent ces rameaux inférieurs communiquent ensemble par des anastomoses transversales ou obliques. Cela arrive surtout aux paires postérieures du tronc.

Dans les tortues et les sauriens, le membre antérieur reçoit un plexus de quatre paires de nerfs, et le postérieur, de cinq paires. Chez les grenouilles et les crapauds deux paires de nerfs vont au membre antérieur, et trois au postérieur. Dans les

poissons, il n'y a ordinairement que deux paires de nerfs pour chaque nageoire. Dans les oiseaux, trois paires forment le plexus brachial, et sept le plexus sciatique.

Chez les *mammifères*, tout le long de la moelle existe, à une distance de l'axe constante dans chaque espèce, une sorte de sillon latéral sur chaque face. C'est dans ce sillon que s'insèrent les racines des nerfs spinaux.

Trois choses méritent surtout attention dans la disposition de ces racines, c'est 1° leur grosseur relative, 2° leur nombre, et 3° leur direction, soit individuelle, soit collective, dans chaque paire de nerfs.

1°. Ces racines sont par toutes les régions de a colonne vertébrale, assez uniformément volumineuses à l'une ou l'autre face chez les quadrupèdes. Il y a même chez les chevaux, les bœufs, etc., un accroissement sensible de volume aux racines inférieures des nerfs des membres.

Chez l'homme au contraire et chez les singes, les différentes régions offrent de grandes différences à cet égard.

Les huit ou neuf premières paires de nerfs, et surtout les cinq plus inférieures de cette série correspondant au plexus brachial (nerfs qui se distribuent aux bras), ont une somme de racines, tant supérieures qu'inférieures, quatre ou cinq fois plus forte que les nerfs dorsaux. C'est l'inverse

pour la seule première paire cervicale, comme on l'a vu à l'occasion du nerf spinal. Cet excès de masse dépend surtout de la grosseur des racines supérieures qui résultent de sept, huit ou neuf filets, de plus d'un quart de ligne de diamètre, et dont le calibre se maintient depuis la surface de la moelle jusqu'au trou de sortie. Dans ce trajet où elles restent à-peu-près parallèles, ces racines sont juxta-posées les unes aux autres de manière à représenter une surface plane, quadrilatère et continue, de six à sept ou huit lignes sur ses grands côtés, et de une et demie ou deux à trois et quatre sur ses petits côtés. Il arrive très-souvent que le faisceau supérieur de racines d'une paire de nerfs reçoive un filet, soit de l'une seulement, soit des deux paires voisines. Souvent encore l'arc d'une anse nerveuse n'est pour ainsi dire que tangente à la surface de la moelle entre deux paires de nerfs, et ses extrémités se propagent dans le faisceau d'origine de chaque nerf collatéral. Cette division d'un filet d'origine entre deux paires voisines, ne s'observe pas aux racines inférieures. On l'observe aussi aux origines supérieures des mêmes nerfs des mammifères, mais jamais aux racines inférieures.

Dans l'homme et dans les mammifères, les racines de la région dorsale sont constamment plus petites que les racines de la région lombaire; c'est surtout dans l'homme que cette différence est remarquable. Dans toute l'étendue du dos, les deux

ordres de racines offrent une égalité de volume presqu'absolue; et chaque ordre ne présente constamment que deux racines formées par la prompte réunion de quatre, six ou sept filets extrêmement fins, tous obliques en arrière.

Les nerfs lombaires de l'homme offrent une disposition inverse de celle des nerfs cervicaux et premier dorsal. Les faisceaux antérieurs sont les plus gros, et les supérieurs ou postérieurs, les plus petits. Néanmoins la même loi s'observe à tous pour la grosseur individuelle des racines. Toutes les racines supérieures sans exception sont deux ou trois fois plus grosses que les inférieures dans le même nerf, et restent distinctes sur une plus grande longueur, sans se perdre dans le faisceau commun. La supériorité de volume des faisceaux inférieurs ne dépend que du plus grand nombre de leurs racines.

Dans les quadrupèdes, quoique en général un peu plus petites qu'au cou et surtout qu'aux lombes, les origines des nerfs dorsaux offrent beaucoup moins de disproportion à cet égard que chez l'homme. Il y a dans leur région dorsale une égalité bien apparente entre les racines supérieures et les inférieures. Dans le hérisson, la brièveté de la moelle fait que sur toute sa longueur, les racines se touchent parallèlement comme à la région lombaire de l'homme.

2°. En ne comptant pour racines que les filets

qui pénètrent dans le trou ou étui que forment la dure-mère et l'arachnoïde, le nombre des racines supérieures des nerfs cervicaux et premier brachial, étant de huit, neuf, ou dix, et quelquefois onze, offre une différence bien tranchée avec les racines inférieures des mêmes nerfs, qui n'ont constamment que deux racines. Tous les nerfs dorsaux n'ont aussi que deux racines à chacune de leurs origines. Quant aux nerfs lombaires, ils ressemblent, nonobstant les volumes inverses des faisceaux d'origine supérieurs et inférieurs, aux nerfs du plexus brachial. Les racines supérieures, au nombre de huit ou neuf pour chaque nerf, conservent uniformément leur calibre, depuis la surface de la moelle jusqu'à une assez grande distance, sans se réunir entr'elles, et l'alignement de leurs insertions est écarté de la ligne médiane de plus d'une ligne. Les racines inférieures, au contraire, sont formées de filets extrêmement fins et très-promptement réunis, dont l'alignement, justement sur la ligne médiane, et par conséquent contigu à celui des racines congénères, ne laisse rien voir de la surface inférieure de la moelle chez l'homme. En général, dans tous les mammifères les racines inférieures s'insèrent constamment plus près de la ligne médiane que les supérieures.

Cette disproportion de volume, entre les racines supérieures et inférieures, n'existe pas pour les nerfs des membres postérieurs dans les quadrupè-

des : elles sont sensiblement égales, peut-être même la différence est-elle à l'avantage des supérieures. Leur nombre est aussi à-peu-près uniforme, et le plus souvent ce sont encore les supérieures qui sont plus nombreuses.

3°. La direction des racines et de leur faisceaux est plus uniforme chez l'homme que chez les quadrupèdes. Excepté les deux premières paires cervicales, où les racines dorsales sont à peu près perpendiculaires à la moelle, et où, des racines abdominales, la supérieure est un peu oblique en bas, et l'inférieure oblique en haut, toutes les autres racines de l'une et de l'autre face, sont obliques en bas. Cette obliquité assez uniforme jusqu'à la première paire dorsale inclusivement, augmente brusquement à la seconde dorsale, et se maintient ensuite à peu près uniforme jusqu'à la premiere lombaire. Comme les nerfs lombaires et sacrés doivent presser leurs racines sur un assez court tronçon de la moelle épinière, il en résulte que l'obliquité des racines de ces premiers nerfs est un peu diminuée, et qu'elles doivent même décrire un petit arc dans la première partie de leur trajet. Mais au-delà de cet arc, elles prennent autant d'obliquité que les racines dorsales.

Chez l'homme, pour les nerfs de toutes les régions, les racines sont réunies en un seul faisceau, avant de pénétrer dans le fourreau que leur donnent l'arachnoïde et la dure-mère.

Chez les quadrupèdes, les bœufs, les chevaux, les nerfs de la région cervicale et dorsale ont leurs racines généralement réparties en deux, trois, quatre, et même cinq ou six faisceaux, chacun desquels entre dans la dure-mère par un trou particulier.

Dans les dix premières paires de nerfs, il y a des filets et des faisceaux de filets, dont la direction, par rapport à l'axe de la moelle, est perpendiculaire pour les filets intermédiaires, et oblique en haut ou en bas pour les extrêmes. Depuis la onzième, jusqu'à la quinzième paire, les filets et les faisceaux qui en résultent sont obliques en bas; depuis la seizième jusqu'à la vingt-sixième, les filets et les faisceaux ont les trois directions déjà indiquées dans les dix premières paires; enfin dans les autres paires, la direction des filets et des faisceaux est uniformément oblique en bas, ou en arrière.

Dans beaucoup de quadrupèdes, comme chez l'homme, le ganglion intervertébral est situé en dehors de l'étui ou gaine, que la dure-mère fournit aux nerfs. Dans les lapins, parmi les rongeurs, dans les chiens, etc., à la région lombaire, les ganglions se trouvent dans la cavité même de la dure-mère avant que les filets pénètrent dans l'étui. En outre, ces ganglions, surtout ceux des premiers nerfs sacrés, communiquent ensemble par des filets d'anastomoses. Dans les cobaies ou cochons-d'Inde les ganglions sont situés, com-

me à l'ordinaire, dans les trous de conjugaison.

Dans les rongeurs, les chiens, etc., la moelle épinière se prolongeant dans toute l'étendue du canal vertébral, les racines des nerfs lombaires et sacrés ne forment pas ces doubles faisceaux, appelés *queue de cheval*. Les racines de ces nerfs ne sont même guère plus obliques que celles des nerfs du plexus brachial de l'homme.

Dans les hérissons, au contraire, la moelle épinière se terminant à la septième vertèbre dorsale, c'est-à-dire, avec le tiers antérieur du canal vertébral, tous les nerfs de plus de la moitié postérieure de la région dorsale, ceux des régions lombaire et sacrée, sont obligés de remonter leurs racines jusqu'à cette hauteur, où elles se pressent sur un tronçon de moins d'un pouce de long. Il en résulte pour les racines de tous ces nerfs, un parallélisme presque parfait avec la moelle.

Dans tous les quadrupèdes, sans exception, il résulte de cette étendue proportionnelle qu'occupe sur la longueur de la moelle, la ligne d'insertion des racines nerveuses à l'une ou l'autre face, et de la convergence de ces racines vers les trous de sortie où elles se réunissent, qu'il n'y a que des segments tres-étroits de la moelle, qui ne reçoivent pas d'insertion nerveuse, et que les quatre cinquièmes au moins de la longueur de cet organe y sont employés, tandis que dans les oiseaux et les reptiles, et surtout dans les poissons osseux (moins

les tétrodons et les baudroies), il n'y a tout au plus que le dixième et peut-être seulement le quinzième de la longueur effective, qui reçoive ces insertions.

Le hérisson offre une particularité importante à mentionner ici. Les plus gros rameaux des branches supérieures des quinze nerfs dorsaux, se rendent dans le muscle peaucier ou constricteur du corps. Ces rameaux sont pliés sur leur longueur en zigzags nombreux et à flexion très-profonde, pour fournir à des dimensions longitudinales convenables, selon que l'animal s'allonge ou se roule en boule. Je n'ai pu voir de filets distincts se rendre à la peau. Je ne connais pas de muscles qui reçoivent une aussi grande quantité de nerfs.

Dans tous les mammifères, un nerf fort différent de tous les cervicaux par sa terminaison, le *diaphragmatique*, naît de la quatrième paire, et, par un filet accessoire, de la cinquième. Quelquefois même un filet de la sixième paire, et plus ordinairement un ramuscule provenant de la convexité de l'arcade que forme le nerf hypoglosse au-devant du cou, y contribuent aussi. Il descend au-devant des muscles scalènes antérieurs, pénètre dans la poitrine entre la veine et l'artère sous-clavières, longe le médiastin sous la plèvre, croise en devant les vaisseaux pulmonaires, et, divisé en rameaux pour les faces convexe et con-

cave du diaphragme, il s'y disperse en rayonnant. Quelques-uns de ses filets se renflent en ganglions, d'autres s'anastomosent avec les nerfs venus du ganglion semilunaire, et quelques-uns même vont plus loin contribuer à la formation des plexus émanés du cœliaque. Au cou il donne des filets aux muscles scalènes et à la glande thymus.

Le plexus brachial de mammifères est formé par les quatre derniers nerfs cervicaux et le premier dorsal. L'entrelacement des rameaux de tous ces nerfs est beaucoup plus compliqué dans les mammifères que dans les oiseaux, et à plus forte raison que chez les reptiles; de sorte qu'il est très-difficile de déterminer exactement de quelles paires viennent les filets d'un nerf donné du bras; et à plus forte raison de découvrir si la totalité ou la plupart des filets de tel nerf se terminent uniquement aux racines supérieures ou inférieures de telle ou telle paire. Tout ce que nous dirons de ces nerfs, c'est que le médian, le plus volumineux de tous chez l'homme et les singes, qui fournit les rameaux collatéraux des doigts et ne donne que de très-petits filets au muscle carré pronateur et aux lombricaux, va en diminuant de volume à mesure que les doigts sont moins libres, moins mobiles, moins nombreux et plus enveloppés par l'ongle.

Le plexus du membre postérieur se forme par l'entrecroisement des cinq paires de nerfs lom-

baires, auxquelles se réunit une branche du dernier dorsal chez l'homme. Le nombre des paires de nerfs de ce plexus varie-t-il comme celui des vertèbres lombaires? et quand il n'y a que trois de ces vertèbres, des nerfs dorsaux y suppléent-ils? M. Cuvier assure que leur nombre est égal à celui des vertèbres lombaires.

CHAPITRE VIII.

DU NERF GRAND SYMPATHIQUE.

Le long de la colonne vertébrale, au-devant des apophyses transverses des vertèbres et des articulations des côtes, existe de chaque côté un long cordon grisâtre, renflé entre deux vertèbres et communiquant, par un filet extérieur sorti de chaque renflement, avec la paire de nerfs spinaux correspondante. C'est là ce qu'on appelle *nerf grand sympathique.* Antérieurement il se termine sur la cinquième paire, et postérieurement, soit sur la dernière paire de nerfs spinaux correspondante, soit par une anse qui réunit ses deux extrémités postérieures sur la ligne médiane.

Le plus grand nombre de ses branches ou rameaux, appelés *internes* par opposition avec ceux

qui se réunissent aux nerfs spinaux, naissent réellement du bord interne du grand cordon général. Mais ensuite, ils divergent latéralement bien au-delà des rameaux externes, pour accompagner les artères des membres, celles des viscères de la poitrine, du ventre et des membres.

Beclard a prouvé pour ces nerfs, comme je l'ai fait pour les précédents, qu'ils ne sont pas une production du système cérébro-spinal. Car dans les cas de défaut de formation de ce dernier système (*Atélomyélie*), le grand sympathique n'en existe pas moins, et semble même alors prédominant.

De cette indépendance du grand sympathique d'avec les deux autres systèmes nerveux et de sa distribution principale aux viscères de la digestion, on a déduit deux propositions contradictoires.

Et d'abord voici les raisonnements de Gall. « Les » systèmes nerveux des entrailles des animaux » d'un ordre inférieur (il comprend les radiaires jus- » qu'aux plus compliqués des mollusques, les cépha- » lopodes) sont le type des mêmes parties et des mê- » mes fonctions dans les animaux d'une organisa- » tion plus élevée. Et comme les fonctions des en- » trailles se continuent dans les animaux supérieurs, » nous devons retrouver dans leurs entrailles et dans » leurs vaisseaux, les systèmes nerveux des entrail- » les et des vaisseaux des animaux inférieurs. »

» En effet, ces systèmes sont les plexus nerveux » du bas-ventre et de la poitrine, et la série plus ou

» moins interrompue des ganglions du nerf sympa-
» thique. »

M. Gall ignorait apparemment que les mêmes ganglions qui, dans les anélides et les mollusques, fournissent les nerfs des viscères, fournissent aussi ceux des organes des sens et du mouvement.

D'autres anatomistes, MM. Cuvier, Tréviranus, etc., et M. Serres, en 1824 (Anat. comp. du cerv. *pag.* 507) ont supposé que le grand sympathique décroît des mammifères aux oiseaux, aux reptiles et aux poissons; que ces deux dernières classes ont ce nerf presque rudimentaire. Weber admettait même que le grand sympathique était remplacé dans les poisssons par le nerf pneumo-gastrique, notamment par la branche dorsale ou nerf de la ligne latérale. Et M. Serres a établi sur cette supposition sa loi d'harmonie du développement du système nerveux et du système sanguin.

Cette dégradation progressive du grand sympathique chez les vertébrés, rendant trop invraisemblable son existence dans les autres animaux, M. Serres crut pouvoir comparer les nerfs et le chapelet de ganglions des crustacés aux ganglions intervertébraux des mammifères et des oiseaux, en ajoutant qu'on n'en trouve plus de trace chez les insectes et les mollusques. Mais ces mêmes nerfs des crustacés fournissent également aux organes des sens et du mouvement, et à ceux de la nutrition, comme les nerfs des mollusques; communauté qui

ne se retrouve ni dans les nerfs sympathiques des mammifères, ni dans leurs systèmes nerveux latéraux ordinaires. Cette circonstance, dans les nerfs des mollusques et des crustacés, d'être communs aux organes des sens et du mouvement, et à ceux de la nutrition, est également péremptoire, et contre la comparaison de M. Gall et contre celle de M. Serres. Ces deux anatomistes déduisirent ces comparaisons et ces analogies, des faits qu'ils supposaient. Malheureusement ces faits n'existent pas. La seule inspection de la *fig.* 1 de ma *planche* IX montre que le système du grand sympathique est à proportion plus développé dans les cycloptères, les murènes, les gades, etc., que dans l'homme et pas un mammifère. Et, comme d'autre part je me suis assuré qu'il n'y a pas de vestige de grand sympathique dans les raies, les squales et surtout les lamproies, où le système sanguin est pourtant si développé; comme ces lamproies ne manquent pas de quelques rapports avec les anélides, où Gall veut qu'existent seuls les nerfs du grand sympathique; que d'ailleurs, ces mêmes poissons ont les organes digestifs les plus actifs de la nature; on voit que les fonctions des entrailles et de la circulation s'accomplissent parfaitement alors sans grand sympathique. Le raisonnement de Gall ne conclut donc rien sur l'identité des nerfs des anélides et des mollusques avec ceux du grand sympathique des mammifères; et l'on va voir que le fait est directement

contraire aux prémisses du raisonnement de M. Serres.

Ainsi donc, le grand sympathique n'est pas une production du système cérébro-spinal; et il ne correspond pas au système nerveux des mollusques et des anélides. En outre, il est fort douteux que les nerfs des anélides et des insectes correspondent aux systèmes nerveux latéraux des vertébrés.

Voici les caractères de la structure des nerfs de ce système, d'après Lobstein (*de Nerv. symp. hom. fabr.*) Le cordon ou grand nerf de chaque côté traverse chaque ganglion sans s'y terminer; il ne fait qu'entrelacer quelques-uns de ses filets avec ceux du ganglion. Il passe ainsi d'un ganglion à l'autre, pour les traverser tous dans le sens de leur axe. Bichat pensait que les filets de communication avec les nerfs spinaux étaient de la même structure que ceux-ci; que dans les filets splanchniques, la pulpe ne saurait être distinguée du névrilemme. Scarpa et Lobstein ont cru voir que tous les rameaux du grand sympathique étaient uniformément formés de petits faisceaux entrelacés comme des plexus.

Chaque ganglion n'a réellement qu'une enveloppe adhérente à la substance du ganglion et aux nerfs qui y aboutissent. Sous cette enveloppe se trouve un suc gélatineux, plus ordinaire aux ganglions du cou qu'à ceux du thorax, et très-rare aux ganglions et plexus de l'abdomen. Cette humeur n'a rien de semblable réellement à la matière grise du cerveau, à

laquelle on l'a comparée. La texture même du ganglion consiste dans une sorte de plexus formé de petits rubans blancs et demi-transparents, dont les réseaux interceptent une substance cendrée, floconneuse, de figure ronde et orbiculaire. Certains ganglions, le cervical supérieur, par exemple, après trente jours de macération, conservent une apparence homogène.

Les plexus ne semblent différer des ganglions que parce que les réseaux à mailles plus écartées, n'interceptent pas de matière grise et floconneuse globulaire.

Ces nerfs ont été observés dès la quatrième semaine de l'embryon humain. Ils forment alors un double cordon épais et rouge , à cause du peu d'intervalle des ganglions. Au cinquième mois, le grand sympathique forme un cordon continu depuis la base du crâne jusqu'au bassin : le ganglion cervical est déjà long de trois lignes. Les ganglions semi-lunaires sont au contraire peu distincts, et n'ont pas plus d'une demi-ligne dans leur plus grand diamètre. A huit mois, ces ganglions sont encore à proportion fort imparfaits; à la naissance, leur disproportion avec les ganglions thoraciques et cervicaux , est encore la même.

1°. Chez les *mammifères et l'homme*, voici la disposition générale du grand sympathique.

Au-dessus de la tête de chaque côte , existe un ganglion communiquant avec la paire vertébrale

voisine. Dans quelques mammifères, par exemple, dans les lapins, les deux cordons du grand sympathique, sans se renfler au niveau de chaque espace intercostal, envoient un rameau au ganglion intervertébral voisin. Dans les chiens le rameau bifurqué donne un filet pour le même ganglion, et un autre filet pour le nerf intercostal. La direction de ces filets de communication est ordinairement oblique de bas en haut et d'arrière en avant. Leur terminaison se fait sur la branche antérieure de chaque nerf spinal. A la dernière vertèbre dorsale le grand sympathique traverse l'écartement du second et du troisième faisceau du pilier diaphragmatique, et pénètre dans l'abdomen, où il se dirige davantage sur le devant des vertèbres, de sorte qu'en descendant il s'éloigne des trous intervertébraux, et que ses filets de communication s'allongent en proportion. Dans la poitrine, plusieurs ganglions ont des filets de communication d'un côté à l'autre.

Le premier ganglion thoracique, situé sur la tête de la première côte, est toujours plus gros que ceux qui le suivent. C'est de ce ganglion que partent le petit plexus qui entoure l'artère vertébrale, ceux de l'artère sous-clavière, et des vaisseaux qui en sortent. D'autres filets, sortis du bord interne du ganglion, se portent aux artères pulmonaires, autour desquels ils forment avec des filets du nerf vague les *plexus pulmonaire* et *cardiaque inférieur*.

A partir du cinquième ou du sixième ganglion

thoracique, et d'autant plus bas que le nombre des vertèbres dorsales est plus grand, se détachent cinq, six ou sept rameaux convergents en bas et en-dedans sous la plèvre, pour former un tronc unique qui, chez l'homme, pénètre dans l'abdomen par l'écartement du second et du premier faisceau musculeux du pilier diaphragmatique. Wrisberg a vu dans l'homme varier de trois à huit le nombre des origines de ce cordon. Il s'aplatit au-devant de l'aorte, en dedans des capsules surrénales, augmente beaucoup de volume, prend la forme d'une demi-lune, et se réunit inférieurement à celui du côté opposé, au-dessous de l'estomac. C'est là le ganglion *semi-lunaire*. Les filets supérieurs vont au diaphragme sans avoir d'artère pour conducteur. Tous les autres, presque innombrables, forment des plexus autour de l'aorte et des artères qu'elle distribue aux viscères. On nomme en particulier *plexus solaire*, celui qui enveloppe l'artère cœliaque. Il reçoit beaucoup de filets du nerf vague.

On nomme *petit splanchnique* un autre cordon qui, né par une ou plusieurs racines des derniers ganglions thoraciques, pénètre avec le précédent dans l'abdomen pour se jeter dans le plexus solaire. Il manque fort souvent. On a pris quelquefois pour lui le *nerf rénal*, fourni chez l'homme par le onzième ou douzième ganglion thoracique, et sorti par un écartement particulier du pilier diaphragmatique.

Tous ces plexus forment de véritables tuniques aux artères des intestins, du foie, de la rate, etc. Ceux des artères de l'estomac s'anastomosent avec un gros rameau du pneumo-gastrique, et après avoir rampé entre les fibres de la membrane musculaire, se rendent dans la membrane muqueuse. Ceux du foie, de la rate, des reins, etc., se terminent dans la tunique celluleuse des artères. Il est bien remarquable que pas le moindre filet ne se porte ni sur les troncs, ni sur les branches des veines.

Les ganglions abdominaux fournissent directement des plexus, dont le plus remarquable est le *mésentérique inférieur* et l'*hypo-gastrique*. Ils s'anastomosent avec des filets des nerfs sacrés, et se distribuent par les artères au colon, au rectum, à la vessie, à la matrice, etc.

Presque en sortant du premier ganglion thoracique et de la poitrine, le nerf sympathique se renfle sur l'apophyse transverse de la septième vertèbre cervicale, en un ganglion qui manque quelquefois des deux côtés, quelquefois d'un seul, et communique par des filets avec les quatre derniers nerfs cervicaux, avec le rameau récurrent ou laryngé inférieur du nerf vague, le nerf diaphragmatique, etc.

Depuis ce ganglion, le nerf sympathique monte devant la carotide primitive, se renfle quelquefois en un petit ganglion nommé *cervical moyen*,

et à la hauteur de la troisième vertèbre, se renfle en un ganglion fusiforme, long quelquefois de presque deux pouces. C'est le *cervical supérieur*. A l'autre extrémité de ce ganglion, le nerf sympathique, avant de pénétrer dans le canal carotidien, se divise en deux rameaux, qui bientôt forment un plexus autour de la carotide. De ce plexus se détachent, 1° un ou deux filets qui longent le sinus caverneux et s'y anastomosent sous un angle très-aigu avec la sixième paire, 2° un autre filet qui par le canal vidien va s'anastomoser avec le ganglion sphéno-palatin.

Du premier ganglion cervical sortent, 1° des filets musculaires pour les muscles droits antérieurs de la tête et staphylo-pharyngien, d'autres qui s'anastomosent avec les deux premiers nerfs cervicaux, le glosso-pharyngien et le vague; 2° le filet le plus inférieur ou *cardiaque superficiel*, né quelquefois aussi du vague, ou de tous deux ensemble. Les filets du plexus cardiaque, formé par ce filet réuni aux autres nerfs cardiaques venus du premier ganglion thoracique, et par quelques filets du vague, sont aplatis, et collés comme des rubans sur les artères coronaires du cœur. Je n'en ai jamais pu suivre jusque dans les fibres musculaires de cet organe. Sœmmering n'y a pas réussi non plus. Scarpa et M. Lobstein disent y être parvenus. Mais la proportion en doit être infiniment petite, vu la masse de l'organe et leur propre petitesse.

Le plexus carotidien est beaucoup plus considérable dans les mammifères que dans l'homme.

Chez *les oiseaux*, suivant M. Cuvier, le nerf sympathique entre dans le crâne par le trou de sortie des nerfs vague et glosso-pharyngien, et s'unit avec la cinquième et la sixième paire. Son premier ganglion, situé sous le crâne et de forme lenticulaire, communique aussitôt avec les huitième et neuvième paires. Il disparaît ensuite le long du cou. Et ce n'est que dans la poitrine, qu'un très-gros filet nerveux détaché du plexus pulmonaire formé par le nerf vague, va s'unir au premier ganglion thoracique. De ce ganglion divergent huit filets: l'un va s'unir au plexus brachial; le second remonte le long du cou par le canal de l'artère vertébrale, et forme dans le trou de chaque apophyse vertébrale, un petit ganglion, d'où partent de petites anastomoses pour chaque nerf cervical. Dans le foulque, le canard, le cygne et la buse, ce filet n'a pu être suivi jusqu'à la tête. Il y a donc interruption entre la portion céphalique de ce système et la portion postérieure. Le troisième filet va au plexus cardiaque. Les trois suivants montent sur la saillie du corps des vertèbres et se réunissent en un seul cordon, qui suit l'aorte de chaque côté. A la naissance du tronc cœliaque, la réunion de ce cordon aux filets des ganglions thoraciques forme deux ou trois renflements d'où partent des réseaux nerveux pour toutes les artères des viscères de la digestion. Le

septième et le huitième filet unissent ce ganglion au suivant. Les autres ganglions communiquent ensemble par de doubles filets, et par un filet simple avec le ganglion intervertébral correspondant.

J'observe que dans cette classe le nerf grand sympathique passe au-dessus de l'arc que forme la tête de chaque côté. Dans les mammifères, c'est toujours au-dessous.

Au-delà des côtes le nerf sympatique devient presque rudimentaire. Du côté interne de chaque petit renflement, sortent deux ou trois filets qui vont former un plexus sur le bas de l'aorte. On suit le grand sympathique jusque sur les dernières vertèbres de la queue.

Chez *les reptiles quadrupèdes* le grand sympathique ne diffère guère de celui des oiseaux que par sa continuité le long de la région cervicale. (Bojanus, tab. 23, fig. 107, a très bien représenté et décrit celui de la tortue d'Europe.) M. Cuvier dit que dans la tortue bourbeuse il est interrompu au cou comme chez les oiseaux. Chez les sauriens, je l'ai disséqué dans le lézard ocellé et dans le caméléon où il ne diffère pas sensiblement de celui de la tortue d'Europe. L'anastomose avec le plexus brachial est surtout fort remarquable.

Chez les poissons, en comparant aux fig. première de ma planche VIII, et 2 de ma planche IX, ce que dit M. Cuvier t. II, page 297 de ses Leçons sur le grand sympathique des poissons (et

depuis lui on n'avait rien ajouté à cet égard), on voit que ce nerf était presque inconnu dans cette classe. Voilà sans doute pourquoi M. Serres a fait sur la proportion du système nerveux avec le système sanguin, la loi dont nous avons plus haut annoncé le peu de fondement. La description et le dessin de ce nerf, sur le cyclopterus lumpus, description qui convient généralement à tous les poissons osseux, renversent seuls cette loi. Il faut même observer que dans beaucoup de poissons, par exemple, les morues, planche XII, fig. 2, les tétrodons, planche V, fig. 1, les gades, planche VII, fig. 4, l'extrémité antérieure du grand sympathique est plus volumineuse à proportion que dans le cycloptère. Sur un cycloptère de quinze pouces de long, le grand sympathique est plus développé que sur un enfant nouveau-né. Les anastomoses avec les nerfs se font toutes sur la branche inférieure de ces nerfs. Voici les différences de ce nerf des poissons avec celui des mammifères. 1° Il se termine presque perpendiculairement sur la branche operculaire de la cinquième paire qu'il gagne par un conduit à travers le basilaire et le pariétal, et jamais aucun filet ne va à la sixième paire ni à une autre plus antérieure; cette anostomose avec la cinquième paire n'y occasione aucun renflement. 2° Sous la première vertèbre, les filets internes du troisième ganglion (le premier s'anastomose avec le premier nerf branchial, et le second avec le

tronc de la huitième paire) forment une arcade d'où sort un faisceau de deux cordons dont l'un est trois fois plus gros que l'autre, et distribués en suivant l'œsophage à l'estomac, au foie et aux premiers intestins. Les cinq ganglions, depuis le quatrième jusqu'au neuvième, ne donnent pas de filets splanchiques. Du onzième ganglion, plus gros que les autres, et impair, sort un faisceau de trois cordons dont l'intermédiaire a plus d'une demi-ligne de diamètre, et qui se portait à l'ovaire, alors rempli d'au moins deux livres d'œufs. Au-delà, les ganglions deviennent fort petits, mais continuent de former un double chapelet satellite de l'aorte et des veines caves, dans le canal sous-vertébral. Néanmoins, je n'ai pu le suivre jusqu'au bout de ce canal. Il m'a été impossible d'apercevoir sur les troncs artériels les plus voisins des deux gros faisceaux splanchniques du cycloptère, le moindre plexus ou tunique nerveuse. Cela eût dû être cependant très-facile, s'il y en eût eu, sur les vaisseaux de l'ovaire alors au maximum de leur grandeur et tendus sur le feuillet transparent du péritoine. Ce n'est qu'entre le second et le troisième ganglion qu'il se détache des filets musculaires pour les muscles de l'opercule et de l'espèce de diaphragme tendu sur la grande clavicule. Enfin, dans les trigles les corps rouges de la vessie natatoire reçoivent un nerf du quatrième ou du cinquième ganglion dorsal. Dans les poissons le grand sympathique n'est donc pas

lié aux artères, comme dans les mammifères et les oiseaux.

Ce défaut de rapport est encore bien plus manifeste dans les squales, les raies et les lamproies. Il m'a été impossible, dans des lamproies de trois pieds de long, dans des raies de presque deux pieds d'envergure, d'apercevoir le moindre vestige de ces nerfs. Et cependant on sait combien le système sanguin est dominant chez les lamproies. Ensuite, comme l'intestin est flottant et sans mésentère depuis l'œsophage jusqu'à l'anus, lors même qu'on parviendrait à découvrir dans ces poissons le moindre vestige de grand sympathique, les filets en seraient nécessairement étrangers aux intestins.

CHAPITRE IX.

APPLICATIONS DES DEUX LIVRES PRÉCÉDENTS A LA ZOOLOGIE.

Jusqu'aujourd'hui la zoologie n'a été en grande partie qu'un catalogue d'énigmes. Car les meilleures classifications des animaux dont nous venons de déterminer les systèmes nerveux, sont fondées seulement sur la connaissance du nombre, de la conformation et du groupement des os, et des organes digestifs, respiratoires et circulatoires. Et pourtant dans une même classe, dans les reptiles

ou les oiseaux, par exemple, une même conbinaison de ces éléments peut coïncider avec les habitudes et les instincts les plus disparates, et quelquefois les plus contraires. L'on a vu dans le premier livre que les corrélations du système cérébro-spinal et des sens avec leur enveloppe osseuse, n'étaient significatives de quelques qualités morales et instinctives, qu'autant que les organes cérébraux et sensitifs étaient préalablement déterminés. Or, par ce qui vient d'être exposé dans les deux livres précédents, on peut juger que jusqu'alors on savait assez peu de chose sur ces organes. Aussi n'était-ce qu'empiriquement et sur des caractères dont on saisissait les différences apparentes sans en connaître réellement la valeur et la signification, que l'on avait divisé les masses principales des animaux vertébrés. Ainsi, parmi les poissons, le caractère commun d'avoir un squelette cartilagineux et des branchies fixes, avait fait réunir dans une même division les lamproies avec les squales et les raies, bien que ces deux derniers types, analogues entre eux, diffèrent davantage du premier, pour la structure et le mécanisme de leurs organes nerveux, qu'ils ne diffèrent des autres poissons, et même des oiseaux et des reptiles. Et, encore une fois, c'est dans les systèmes nerveux que résident les forces, les facultés dont l'association constitue la *personnalité* de chaque animal.

Une bonne classification des animaux à vertèbres suppose donc la connaissance des systèmes nerveux, qui seuls peuvent représenter la véritable nature de ces êtres.

Mais l'objet de la zoologie n'est pas uniquement de dresser un catalogue où les masses soient formées d'après les différences principales des êtres qu'elles comprennent, et où les divisions de chaque masse, formées aussi d'après des différences moins importantes, rassemblent en groupes secondaires les êtres les plus voisins par leurs affinités et leurs convenances d'organisation.

Ces catalogues, ces classifications, qui, pour les esprits superficiels, constituent toute la science, n'en sont réellement que l'instrument et le moyen. Ce ne sont que des *index*, que des *tables par ordre de matière*. L'objet de la science c'est de connaître les propriétés de chaque espèce d'animal, propriétés qui font que chacun est lui-même, et le représentant de son espèce. C'est ainsi, par exemple, que malgré les ressemblances mécaniques et physiques du squelette, des organes digestifs, etc., le lièvre diffère du lapin par des facultés, des instincts si disparates, si contraires même, et dont la cause ne peut être que dans le système nerveux.

Ces différences de l'instinct, malgré les ressemblances extérieures et mécaniques de toute l'organisation, moins le système sensitif qui était resté

ignoré, conduisaient naturellement à la question de l'origine et de la cause de ces différences. Sont-elles primitives et permanentes, ou modifiables et progressives? Cette question avait été résolue, tantôt d'une manière, tantôt d'une autre, selon les préjugés ou les connaissances de ceux qui la discutaient. Car, chose étonnante, on négligeait les deux seules données d'une solution possible, savoir, 1° la connaissance des organes en qui résident ces forces, ces pouvoirs, et 2° la connaissance de la répartition sur le globe des animaux doués de facultés analogues, identiques ou différentes, et coïncidentes avec ce qu'on appelait une même organisation.

Dans un travail spécial (*Mém. sur la distribution géographique des animaux vertébrés, lu à l'Institut*, Journal de physique, février 1822), j'ai exposé les principaux faits de cette seconde donnée, et j'en ai conclu quelques principes, dont j'ai montré depuis les applications (*Dict. classiq. d'hist. nat.*) (1). J'ai montré même, à propos du chameau à une bosse, qu'il existe une source d'éléments pour cette seconde donnée, dans la discussion des passages où les écrivains anciens ont parlé des animaux qu'ils connaissaient. (Voy. *mon Mémoire sur la patrie du chameau à une*

(1) Ces applications seront liées en un ensemble général, dans mon *Histoire physique, archéologique et géographique des mammifères*, ouvrage qui est presque terminé.

bosse, lu à l'Académie des inscriptions et belles-lettres de l'Institut, *Mem. du Muséum, t. X, in-4°*).

Les diversités et même les oppositions du plan et du nombre des parties du système nerveux, vont montrer que les inductions de l'anatomie coïncident avec celles de la répartition géographique, pour prouver que les différences spécifiques des animaux (hors quelques cas connus et bien déterminés), sont primitives et non acquises.

Mais il faut donner une idée des systèmes par lesquels on a expliqué les transformations d'espèce, de genre, etc., des animaux, et par suite les modifications de leurs facultés.

Et d'abord on a supposé qu'un nombre d'espèces indéterminé, mais indéfiniment moindre que celui qui existe aujourd'hui, avait été créé dans une même contrée, ou si l'on veut dans un même lieu; qu'avec le temps, en se dispersant sur la terre et dans les eaux, ces espèces primitives avaient été modifiées par les diverses influences des climats; qu'en se modifiant elles s'étaient multipliées, et que chaque espèce actuelle devait sa fixité, sa permanence, à son habitation sédentaire. S'il en avait été ainsi des variétés, des nuances appartenant à ces dégradations progressives échelonneraient aujourd'hui la route de ces émigrations. Or, au contraire les interruptions de formes sont brusques et tranchées (voy. pour la réfutation de ce système,

mon *Mémoire* cité *sur la distribution géographique des animaux*).

Et d'autres esprits spéculatifs ont supposé que l'état physique et chimique du globe et de son atmosphère, ont subi des changements nombreux et successifs, depuis la création, ou, comme ils disent, le développement d'un certain nombre d'animaux très-simplement organisés, sans définir cette organisation; que par l'effet de ces changements, ces animaux se modifiaient; que ceux qui ne pouvaient pas se modifier ou se mettre en équilibre avec leurs nouveaux rapports, périssaient; que ces modifications progressives ou subites, selon la durée de chaque changement du milieu d'existence de ces animaux, devenaient stationnaires avec l'état de ce milieu; que par de nouvelles révolutions de la terre ou des mers, survenaient de nouvelles transformations ou de nouvelles extinctions de races; que telles sont les causes de l'état actuel du règne animal, et des différences qu'on observe entre les animaux vertébrés fossiles et ceux qui vivent aujourd'hui.

Ce système, contre lequel les lois de la répartition géographique des animaux, ne sont pas aussi péremptoires que contre le précédent, est tout-à-fait renversé par mes découvertes sur les inégalités de plan et de nombre des organes nerveux.

Et d'abord les partisans de ce système, attentifs seulement au nombre et aux proportions des par-

ties extérieures des animaux, supposèrent que la peau durcissait aux uns, mollissait aux autres, suivant la température et la réaction chimique du milieu d'existence, suivant la nature des aliments qui fournissaient ou non des matériaux concrescibles; que la peau restait nue ou se couvrait de poils, selon la froidure ou la chaleur du climat; que les couleurs variaient avec la température et l'intensité lumineuse de l'atmosphère ou des eaux; qu'enfin (et c'est la supposition la plus hardie du système) le besoin d'un nouvel organe, provoquant dans la direction de l'objet relatif à ce besoin, une tendance, un effort de la peau et des liquides stagnants ou circulants, que sais-je même? du mouvement vital, y déterminait la production ou la sortie de l'organe, du membre nécessaire; que telle est l'origine de la trompe de l'éléphant, qui se mit un jour à allonger son nez, quoiqu'il eût été plus simple et plus aisé pour lui d'allonger son pied, sans doute déjà tout fait à cette époque de ses métamorphoses. Et ainsi du reste.

Tout cela suppose, tantôt sur un point, tantôt sur un autre, et dans des proportions et des combinaisons indéfinies, un développement de parties préexistantes, également susceptibles d'inertie ou d'activité, suivant la nature et la direction des forces extérieures qui les sollicitent. Ce qui ne s'accorde guère avec le nombre symétrique et constamment limité des organes qui mettent les ani-

maux à vertèbres en relation avec leur milieu d'existence. Tout cela implique aussi que l'influence de ces forces, qui ne s'exercent que de dehors en dedans, diminue vers la profondeur. Or, c'est justement dans cette plus grande profondeur qu'est situé le système cérébro-spinal qui varie tant entre des espèces extérieurement si semblables, qu'elles diffèrent moins l'une de l'autre qu'un nègre d'un européen. Il n'y a évidemment dans le mécanisme de ces forces, rien qui puisse opérer des transpositions d'organes, ni intervertir l'ordre de leur intercalation.

Nous n'entrerons pas dans le détail des faits et de leurs conséquences, nous ne ferons même pas l'énumération de tous ceux que nous avons découverts ; nous n'allons indiquer que les principaux; ils suffiront, et pour que l'on reconnaisse les autres dans la lecture des deux derniers livres, et pour que l'on en fasse soi-même l'application.

§ I. *Différence chez les poissons.*

1°. Et d'abord, une carpe et un barbeau diffèrent moins assurément par tout ce que les zoologistes appellent caractères spécifiques, qu'un Français ne diffère d'un nègre quelconque. Les différences de ces deux poissons ne peuvent être attribuées à la disparité d'influence du milieu qu'ils habitent, puisqu'ils se trouvent dans les mêmes

eaux, où leur nourriture est la même. Eh bien! dans la carpe, *pl.* IX, *fig.* 1, le nerf de la première branchie est un rameau de la huitième paire, et dans le barbeau, *pl.* X, *fig.* 2, de la cinquième. La carpe, *pl.* I, *fig.* 6, a derrière le cervelet une paire de lobes justement la plus volumineuse de son encéphale; et ces lobes manquent au barbeau, *pl.* X, *fig.* 1.

Il est palpable que tout ce que l'on a imaginé de plus subtil dans les causes de transformation des animaux, n'aurait jamais pu transposer ainsi d'une paire à l'autre un nerf aussi considérable et distribué à un organe si important. Je ne développerai donc pas les objections qui dérivent de ce fait.

2°. Un merlan, sauf la grandeur, diffère moins d'une morue qu'un barbeau d'une carpe.

Le nerf de la sixième paire du merlan (*pl.* IX, *fig.* 4), s'insère par les mêmes racines que les rameaux de la paire acoustique, qui vont au sac des pierres. Celui de la morue s'insère comme chez les autres poissons; *pl.* VII, *fig.* 4, pour la morue, *pl.* XII, *fig.* 2, pour le congre, etc.

3°. Dans la morue, le nerf acoustique a deux branches principales de moins que dans le merlan. Chez ce poisson quatre rameaux, nés de la même insertion, se réunissent ensuite en un seul tronc qui longe le dessous du sac des pierres, et va se terminer à l'extrémité postérieure du vestibule sur

une petite lame cornée transparente, appuyée sur la ligne médiane contre une lame semblable de l'autre côté. Dans la morue il n'y a que deux rameaux pour former ce tronc, et il n'y a pas de petite lame de corne à son extrémité.

Il est impossible que deux nerfs de plus dans l'oreille d'une espèce, ne lui donnent pas une supériorité très-grande, pour la délicatesse et l'énergie de l'ouïe. En même temps, il est évidemment impossible de rapporter la cause de cette différence à une influence extérieure.

4°. A propos de ces disparités de structure des nerfs acoustiques, rappelons que dans les seules raies (*pl.* I et II,) ce nerf tout entier est une branche de la cinquième paire, tandis que chez les squales l'acoustique forme une paire séparée.

5°. Outre leurs autres différences, les lamproies qu'on mettait dans la même division que les raies et les squales, n'ont pas de canaux demi-circulaires, et manquent par conséquent des nerfs qui se porteraient aux ampoules de ces canaux.

6°. Dans tous les poissons osseux la quatrième paire s'insère sur la ligne médiane, à la face inférieure du système cérébro-spinal derrière les éminences mamillaires; dans les raies et les squales elle s'insère à l'autre extrémité du diamètre vertical de ce système.

Par la même raison qui empêche que jamais les carpes aient été les ancêtres des barbeaux, ou les

barbeaux des carpes, il est impossible que les différences qui séparent les raies et les squales des poissons osseux, ne soient pas primitives.

7°. La seule différence extérieure, de la raie ronce et de la raie bouclée, c'est la couleur plus brune et le plus grand nombre, la forme et la grosseur des boucles de la dernière. Le quatrième ventricule de la raie ronce a une circonvolution de plus à chacun de ses bords; son cervelet a des circonvolutions qui manquent à celui de la raie bouclée; le nerf olfactif de celle-ci est, à égalité de taille, un tiers plus court et un quart plus gros que celui de l'autre.

Les différences sont donc plus grandes au centre même, qu'à la surface de ces deux espèces qui habitent les mêmes fonds.

8°. Le nerf de la ligne latérale est double sur chaque flanc dans les gades, il est simple dans les siluroïdes, famille très-voisine. Il est souscutané dans ces deux familles.

9°. Le nerf ptérigo-dorsal (sixième branche de la cinquième paire) est commun aux deux familles, sauf quelques espèces sans doute, car il manque au silurus-glanis. Mais dans les gades il sort par un trou du pariétal sur la face supérieure du crâne, et dans les silures sur la face verticale postérieure du crâne, par un trou de l'occipital. Leur trajet ultérieur est aussi différent que celui du nerf spinal et du nerf facial des mammifères.

Enfin ce nerf chez les gades fournit des filets aux deux paires de nageoires, celui des silures n'en fournit qu'aux pectorales.

10°. Le trigle rouget est dans son genre moins différent du perlon qu'un nègre d'un européen. Et la différence de couleur ne peut être imputée au climat, puisqu'ils habitent les mêmes parages, mangent les mêmes petits crustacées, comme je m'en suis cent fois assuré. La seule différence extérieure un peu notable, c'est que les doigts du rouget sont à proportion plus gros et plus courts que ceux du perlon. Les *fig.* 2 et 3, *pl.* VII, montrent combien la forme et la proportion des cinq paires de lobes, postérieures au cervelet, diffèrent entre les deux espèces.

Toutes les espèces de squales, même les plus voisines, dans les genres les plus homogènes, diffèrent de même infiniment plus par les formes et les proportions de leur encéphale, surtout par celle du cervelet et des lobes olfactifs, que par les forme ou proportion des nageoires, de la tête, ou des dents. Voyez par exemple les différences du squalus catulus, *pl.* IV, *fig.* 1, et du squalus galéus, *pl.* III, *fig.* 1. On peut voir dans Arsaki et Rolando des figures d'autres espèces, congénères ou non, qui toutes diffèrent plus entr'elles sous ces rapports, qu'un singe d'un rongeur, ou qu'un chien d'un cheval.

11°. Chez les trigles la première paire des nerfs

spinaux envoie un nerf aussi gros à proportion que le nerf diaphragmatique des mammifères, aux muscles de la vessie natatoire. Il n'y a pas le moindre vestige de ce nerf chez les vives, genre si voisin dans la classification zoologique.

Cette même première paire, chez la baudroie, envoie un nerf plus gros à proportion que le diaphragmatique, aux muscles du pharynx. Il n'y a pas le moindre vestige de ce nerf dans les poissons voisins.

12°. Comment dériver les poissons osseux des cartilagineux, ou les cartilagineux des osseux, lorsque tous les poissons osseux ont un *cerveau* ou une paire de lobes antérieurs à ceux où se terminent les nerfs optiques, et à laquelle aucun nerf ne se termine, et que les raies et les squales manquent absolument de cerveau et du grand sympathique, système si développé chez les poissons osseux? Les esturgeons ont un cerveau et une quatrième paire située comme dans les poissons osseux, mais ils manqnent de cervelet.

13°. La torpille a une paire de lobes de plus que les autres raies, et ces lobes surnuméraires dépendent d'un système de nerfs manquant à ces dernières, et, à lui seul, plus volumineux que tous les autres nerfs de ce poisson.

14°. Ces différences de structure des lobes et des nerfs optiques d'un genre ou d'une espèce à l'autre, ces rétines lisses ou plissées sur une proportion telle

qu'à égalité de diamètre de la chambre occulaire, la rétine et le nerf optique d'un scombre, d'un muge, offrent douze ou quinze fois plus de surface que dans un merlan, un brochet, une murène, etc., ne peuvent être évidemment le produit d'aucune influence.

Enfin chez les lamproies, les centaines de nerfs postérieurs à la huitième paire, et terminés, y compris ce nerf, sur les seules meninges partout écartées de la moelle d'un intervalle égal à la moitié de la largeur de cet organe, les propriétés physiques de la matière qui le constituent (Voy. liv. II), mettent ces animaux hors de rang, non-seulement par rapport aux cartilagineux à branchies fixes, mais par rapport à la classe des poissons, comme les céphalopodes sont en dehors des mollusques.

Et cependant les animaux qui offrent toutes ces différences de forme, de nombre, de proportion et de connexion dans les organes nerveux, habitent un milieu où toutes ces causes d'influences qui, à la surface de la terre, constituent ce qu'on appelle *climat*, sont restreintes à leur *minimum*. D'après l'hypothèse en question, ces animaux devraient pourtant moins différer d'un ordre ou même d'une série à l'autre, que les animaux aériens d'un genre ou même d'une espèce à l'autre. Or, c'est justement l'inverse qui a lieu. Combien ces intervalles d'organisation, si larges et si nombreux d'un genre, d'une espèce à l'autre, ne se multiplieront, ne s'é-

largiront-ils pas quand on examinera les centaines de genres de l'icthyologie, au lieu des trente auxquels j'ai été forcé de me borner, et que le hasard seul m'a fournis?

§ II. *Différences chez les reptiles.*

1°. Les serpents à sonnettes et les trigono-céphales ont à la cinquième paire un nerf surnuméraire (c'est justement le plus gros) pour l'organe sensitif que renferme cette *cavité* de leur face, que j'ai nommée *préoculaire*. Ce nerf manque aux vipères d'Europe, où d'ailleurs il existe un système de canaux particuliers pour la transmission du venin aux crochets (voyez la figure et la description de ces conduits dans Fontana, *Traité sur le venin de la vipère*, t. II, *pl.* II, *fig.* 2 à 5). La distance d'organisation qui sépare de celles d'Europe les vipères américaines, est donc au moins aussi grande que la distance terrestre. Elles habiteraient le même pays, qu'il serait impossible d'admettre que les unes sont les ancêtres des autres.

2°. La pupille du crapaud accoucheur est linéaire, dans le sens vertical; celle du crapaud commun, dans le sens horizontal; et ils habitent les mêmes lieux, ils ont le même régime.

La moelle épinière des grenouilles s'étend jusqu'au sacrum; celle des crapauds n'occupe que la moitié du canal vertébral.

3°. Parmi les sauriens, les lézards ordinaires ont un nerf glosso-pharyngien; les caméléons n'en ont pas. Ceux-ci ont un vaste tambour auditif bien circonscrit; les lézards n'en ont pas. Les lézards et les crocodiles ont la rétine lisse et sans vestige d'écran oculaire. Les caméléons l'ont plissée, et chaque espèce, d'une manière différente. En outre, ils ont un rudiment d'écran comme les monitors et les iguanes (1).

La structure de la langue du caméléon, qui est peut-être le chef-d'œuvre de la mécanique animale (voy. sa description, t. V *du Journ. de Physiol. expériment.*), tout aussi bien que ce rudiment d'écran et que ce défaut de glosso-pharyngien, ne

(1) Au moment d'imprimer cette feuille, j'ai découvert le plissement de la rétine et un vestige d'écran, dans l'œil des caméléons. (Ce fait a été communiqué le même jour, mai 1825, à la Société philomatique.)

Dans le caméléon vulgaire (celui que j'ai examiné avait été pris près de Tunis) la rétine, au-dessus du nerf optique, offre un pli unique, dirigé verticalement et saillant d'une demi-ligne. Inférieurement, deux rides, parallèles et voisines, se dirigent en dehors; c'est à leur extrémité qu'existe le vestige d'écran.

Dans une autre, espèce inédite, autour du nerf optique, dont l'insertion offre une dépression centrale, déjà bien décrite et figurée par Sœmmering, et que Knox d'Édimbourg vient de publier comme une nouveauté : la rétine est plissée sur huit rayons disposés par paire et dessinant une étoile. Le diamètre de cette étoile est triple de celui de la cornée. Par conséquent, aucun rayon ne peut tomber en dehors du cercle plissé.

peuvent être que des formes primitives et coordonnées sur un plan bien distinct.

§ III. Les *oiseaux*, que leur dispersion dans tous les espaces de l'atmosphère et leurs voyages depuis les tropiques jusqu'aux pôles, devraient avoir tant modifiés, et pour le nombre et pour la figure des organes, offrent au contraire le type le plus uniforme. Leur système cérébro-spinal n'offre dans ses masses en général que des différences de proportion. Une étude plus approfondie de la structure de chaque partie cérébrale, nous a donné, pour des espèces très-voisines, des variations dont les limites, assez étroites en apparence, constituent cependant de larges intervalles dans un organe tel que le cerveau.

Nous ne rappellerons dans leurs nerfs que les différences de distributions décrites au chapitre VI.

On a vu au chapitre II que d'un genre à l'autre et dans le même genre d'une espèce à l'autre, la largeur et le nombre des plis de la rétine et du nerf optique, et dans la rétine leur direction, étaient fixes pour chaque espèce.

L'expérience toujours subsistante, que malgré tous les efforts de l'homme pour rendre sa vue plus longue et plus perçante, il ne s'est pas formé un seul pli, une seule ride sur sa rétine, prouve assez combien est illusoire cette idée de la modification, et à plus forte raison de la création d'un organe par un besoin.

§ IV. On a vu aussi chez les *mammifères* des disparités pour le nombre, la direction et la distribution aux nerfs des cinquième, septième, huitième, neuvième et dixième paires céphaliques ; dans le plan de leurs communications ou anastomoses; dans le nombre et même la place de leurs insertions au système cérébro-spinal. Et en même temps, dans chaque genre les formes et les proportions de chaque partie de ce système sont fixes et constantes. Enfin il y a quatre combinaisons, suivant lesquelles se distribuent les nerfs iridiens ou ciliaires à l'intérieur de l'œil. Et cependant nous n'avons pu examiner que cinq ou six genres de mammifères où la structure de la tête et des organes qu'elle renferme, ne permettait d'espérer que le moins possible de diversité dans le plan et dans le nombre des nerfs.

Je ne citerai qu'un seul de ces faits. Les baleines franches ont un nerf olfactif très-développé, qui manque aux baleinoptères, animaux réunis pourtant dans le même genre.

Que n'a-t-on pas lieu d'attendre de l'étude de ces fourmiliers et de ces pangolins à langue si extensible, de ces paresseux, de ces tatous, et surtout de ces ornithorinques et de ces échidnés, dont le type d'organisation ne pourra être déterminé que par la connaissance de leur système nerveux, sur lequel on ne sait encore rien ?

Ainsi, l'étude des systèmes nerveux nous montre

dans cette œuvre, la plus parfaite de la nature, des combinaisons presque infinies pour le nombre, le plan et la distribution des parties.

Que penser maintenant de ce système d'unité d'organisation imaginé par Buffon dans sa complette ignorance de l'anatomie (1), et dont les principes, si péniblement développés de nos jours, attentent à la majesté de la puissance créatrice, en l'accusant de stérilité dans ses plans et dans ses moyens (2)?

(1) Voyez Buffon, *Nomenclature des singes*, et *Histoire de l'âne*.

(2) En exposant les corrélations des os et des nerfs, on aurait pu multiplier ici les preuves de cette admirable diversité de plan. On ne citera qu'un seul exemple. Dans ce qu'on appelle *philosophie anatomique*, les osselets de l'ouïe ont été comparés, en France aux os de l'opercule des poissons, en Allemagne à ceux du pubis, etc. Or, le nerf principal de la cinquième paire des poissons, l'operculaire, traverse un conduit de l'os opercule proprement dit, *analogue de l'étrier* selon le système français, puis une rainure du *sub-opercule* et de *l'inter-opercule*, analogues du *lenticulaire* et du *marteau*.

Un seul nerf de la cinquième paire des mammifères a-t-il quelque rapport avec leurs osselets de l'ouïe ?

LIVRE QUATRIÈME.

PHYSIOLOGIE DU SYSTÈME CÉRÉBRO-SPINAL.

Des procédés de recherches en physiologie, et de la distinction des phénomènes, dans le système nerveux.

Les phénomènes observés dans les organes dont nous venons d'exposer la structure et l'arrangement, vont être l'objet des deux livres suivants.

Il y a trois moyens de reconnaître ces phénomènes et de les rattacher chacun à leur organe. Le premier de ces moyens est purement expérimental, les deux autres sont moins directs et procèdent par induction.

Par le premier procédé, le physiologiste illustre qui a réuni ses travaux aux miens pour cette partie de mon ouvrage, a démonté pour ainsi dire pièce par pièce la machine animale toute vivante. Il a montré ce qu'il manque et ce qu'il reste d'effet quand chaque pièce ou chaque organe est à son tour retranchée, et ce qu'elle opère quand elle agit seule. Il a cherché ainsi à déterminer la part d'action de chacune dans l'effet total.

Ces expériences si ingénieuses sont pour ainsi dire toutes préparées dans les diverses combinaisons d'organes qui forment la série des animaux. Il n'est peut-être pas un de ces organes, une de ces parties d'organes, dont quelque ordre ou quelque genre n'ait été pourvu ou privé. Et il suffit le plus souvent de bien examiner et les effets de ces réunions, et les effets de ces privations, pour en conclure l'usage de chaque organe, celui de chaque modification d'organe.

Ces expériences sont encore réalisées spontanément par la nature dans les maladies. La perturbation ou la cessation d'un ou plusieurs phénomènes durant le cours ou à la suite d'une maladie qui a attaqué, altéré ou détruit tel ou tel organe, prouve, tout aussi directement, que le phénomène troublé ou détruit a son siége dans cet organe. L'induction devient moins claire et moins facile quand plusieurs organes sont à la fois malades, ou quand l'organe malade a des connexions intimes et nombreuses avec plusieurs autres. Et c'est ordinairement le cas du système cérébro-spinal.

Observons aussi qu'on ne peut pas également démontrer toutes ces inductions par lesquelles, de la concordance entre l'association ou le retranchement progressif des organes, et la complication ou la simplification correspondantes des phénomènes, on s'élève jusqu'à assigner à tel organe, à telle mo-

dification d'organe, son action et son usage. Ces inductions sont généralement plus péremptoires dans le sens négatif contre de fausses hypothèses, que dans le sens positif pour fonder des théorèmes. Aussi leur vérité a-t-elle quelquefois besoin de la preuve expérimentale. Toutefois leur emploi est de la plus haute importance, car il existe beaucoup de problèmes physiologiques sur lesquels on ne peut consulter que cette méthode d'induction, parce que l'expérience ne leur est pas applicable. Tels sont tous les phénomènes intellectuels, et la plupart de ceux qu'on peut appeler moraux. C'est en combinant ces trois moyens de recherches que nous allons essayer de faire connaître les usages et les fonctions de chaque partie principale des systèmes nerveux.

Les fonctions nerveuses ne sont presque jamais des phénomènes simples : ce sont des associations de phénomènes.

Il y a trois ordres de phénomènes nerveux distincts. Les uns manifestent une force excitatrice du *mouvement* ou de la *contraction* des muscles; les seconds, une force susceptible de produire ce qu'on nomme *sensibilité ;* les troisièmes sont la manifestation de l'*intelligence* ou de la pensée, ce qui implique que penser n'est pas sentir, différence qui donne plus de dignité au principe de la pensée. Les deux premières forces existent à la fois dans le système cérébro-spinal et dans les nerfs

proprement dits. Dans chacun de ces systèmes, chaque force a des siéges et des conducteurs qui lui sont propres. La troisième, particulière au système cérébro-spinal, produit, suivant des conditions encore indéterminées, des facultés très-variées, mais qui consistent très-probablement dans des localisations. Le phénomène de la *conscience* étant très-différent de celui de la sensibilité générale et de la pensée, doit peut-être constituer une quatrième force. Et la *volonté* ayant un siége variable, n'en est-elle pas même une cinquième?

Enfin, il se passe dans le système cérébro-spinal un dernier ordre de phénomènes purement mécaniques. C'est une compression et une restitution alternatives de sa substance par l'abord du sang artériel, et surtout par le reflux veineux isochrone à l'expiration. Et comme l'effet ou la mesure de ces deux mouvements varie beaucoup, on voit que la substance de cet organe peut supporter des degrés de pression assez nombreux sans que ses propriétés en soient altérées. Cette pression est néanmoins assez considérable. Car l'expansion du système cérébro-spinal, qui se manifeste quand on le met à découvert, parce qu'alors cesse la contrepression qu'exerce à sa surface la couche de liquide contenue dans les enveloppes inextensibles du crâne et de la colonne vertébrale, ne peut avoir lieu dans l'intégrité de ces enveloppes. La compression est donc un phénomène réciproque à l'expansion. Enfin, on

peut mesurer l'effort compressif qui correspond au reflux veineux, par la hauteur à laquelle jaillit le liquide du canal vertébral, après l'ouverture du second feuillet arachnoïdien, sur un animal vivant. Nous ne reviendrons pas sur cet ordre de phénomènes découverts par M. Magendie. Ces pressions, ces restitutions alternatives sont-elles nécessaires à la production des phénomènes nerveux, comme les frottoirs dans une machine électrique ; et l'eau qui enveloppe le système, outre ses effets de protection purement mécaniques, aurait-elle comme conducteur ou comme cohibant, quelque propriété chimique?

Voici le résultat de quelques expériences sur la soustraction de l'eau du canal vertébral. Les mouvements et la vivacité de l'animal sont d'autant plus ralentis qu'il est plus âgé. Cette langueur dure jusqu'à ce qu'une nouvelle exhalation ait rempli le canal, ce qui arrive au bout de huit à dix jours. Un chien adulte, aussitôt après l'évacuation du liquide, tomba dans un état de fureur maniaque, qui ressemblait baucoup à la rage, mais il n'était pas hydrophobe. En menaçant de mordre il commençait le mouvement de s'élancer en avant, mais aussitôt il se redressait et se renversait en arrière. Cet état dura cinq à six jours. Au bout de dix jours il était redevenu tout-à-fait calme. Il servit à une autre expérience : l'eau du canal s'était reproduite. La face supérieure du quatrième ven-

tricule avait été un peu blessée dans la première opération; mais cette blessure seule ne produit jamais les phénomènes dont nous venons de parler.

Les phénomènes dont la moelle épinière est le siége, étant les plus généraux et communs à la totalité des animaux, nous commencerons par elle cette exposition, et nous la continuerons dans le même ordre que la description anatomique.

CHAPITRE I.

INDUCTIONS ET EXPÉRIENCES SUR LES PROPRIÉTÉS DE LA MOELLE ÉPINIÈRE.

On a vu la moelle épinère tout-à-fait anéantie dans le poisson lune; être suppléée, quant à l'insertion des nerfs, par une partie du pourtour extérieur du quatrième ventricule; les trois quarts postérieurs de ce même organe, manquer dans la baudroie; enfin, la moitié postérieure, manquer aussi dans le hérisson. Dans la plupart des autres mammifères la moelle épinière occupe presque toute la longueur du canal vertébral; et dans les lapins et les cobaies, parmi les rongeurs, la moelle s'étend jusqu'au-delà des vertèbres sacrées, nonobstant la brièveté de la queue. La proportion de son prolongement ne dépend donc pas seulement de la longueur et de la grosseur de

cet organe, qui est très-long dans plusieurs cynocéphales et toutes les guenons, où la moelle épinière n'est pas néanmoins plus prolongée que dans l'homme. La queue est très-grosse dans les kanguroos, où elle est pour la progression un troisième levier à ressort; et la moelle n'y est pas plus prolongée que dans les chiens. Mais dans les alouattes et autres singes à queue prenante et tactile à son extrémité, la moelle épinière se prolonge jusqu'aux vertèbres sacrées avec un volume peu inférieur à celui qui correspond aux nerfs des mains postérieures.

La destination des nerfs coccigiens, pour un toucher spécial, détermine donc un accroissement de calibre et de prolongement à l'extrémité postérieure de la moelle épinière.

Dans le hérisson toute la surface du corps est étrangère au toucher, le tact même y est fort obscur. L'armure des épines est toute entière sous la dépendance des nerfs du mouvement. Aussi quinze paires de nerfs, dorsales et lombaires, envoient au muscle peaussier autant de rameaux, infiniment supérieurs à ceux qu'exigeraient des muscles ordinaires.

Sans doute cet excès de volume de ces nerfs est relatif à une plus grande intensité, ou à une plus longue durée de l'action musculaire, car j'ai vu les fibres du peaussier se contracter sous la pointe du scalpel, plus de deux heures après que les

autres muscles ne répondaient plus à cette excitation.

La réduction de la moelle épinière paraît donc coïncider ici avec l'absence du toucher à toute la surface du tronc de l'animal.

Ainsi la moelle épinière augmente de longueur et de calibre dans les mammifères, avec la susceptibilité tactile de la peau sur une plus grande surface, et diminue avec la disparition de cette susceptibilité; la faculté du mouvement restant d'ailleurs la même dans tous les cas de ces variations.

Dans les oiseaux, sans exception, la moelle épinière a constamment plus de longueur et de calibre proportionnel, que dans les mammifères. Elle occupe toute la longueur du canal, et le canal toute la longueur de la colonne vertébrale. Toujours, depuis les falco, si bons voiliers, jusqu'aux plongeons qui, par une courte parabole, s'élèvent à peine de quelques pouces au-dessus de l'eau, le renflement correspondant aux nerfs des membres postérieurs, a plus de calibre que celui qui répond aux nerfs des ailes. Et toujours aussi ce renflement postérieur est creusé d'une cavité (ventricule) plus ou moins étendue. L'ampleur de cette cavité et le volume du renflement, paraissent en rapport avec la susceptibilité tactile des pates et des doigts, car ce renflement n'est pas plus fort dans les oiseaux mar-

cheurs. Si son calibre dépendait en effet de sa correspondance avec le degré d'action musculaire, le renflement d'entre les ailes devrait être de beaucoup le plus gros. Car, pour la masse des muscles et la quantité de mouvement qu'ils exécutent, il n'y a aucune comparaison entre les ailes et les pates, surtout dans les oiseaux grands voiliers. Mais comme, nonobstant la diminution de la pesanteur, par le volume du plumage, la quantité d'effort nécessaire pour se mouvoir dans l'air, est évidemment supérieure à celle qui est nécessaire pour se mouvoir à terre, la moelle épinière des oiseaux est au moins du quart plus grande que celle des mammifères, relativement à la masse des muscles.

Dans les serpents le calibre de la moelle épinière, toujours à proportion beaucoup plus petit qu'aux mammifères, est uniforme sur toute la longueur, excepté vers la queue. A peine dans les sauriens un léger renflement fusiforme se prononce aux intervalles des membres. Nulle part dans ces animaux, il n'y a d'organe spécial de toucher sur la longueur du corps. Et cette réduction relative du calibre de la moelle, représentée par la petitesse du calibre du canal vertébral, était portée plus loin encore dans ces reptiles à quatre nageoires, dans ces *ichtyosaurus*, ces *plesiosaurus* fossiles, récemment découverts. On peut voir (Cuv., *ossem. foss.*, t. V, 2me part., *pl.* XXII, *fig.* 1 et 2), dans une espèce gigantesque d'au moins trente-six pieds de long,

combien le diamètre du canal vertébral est petit relativement à celui du corps de la vertèbre. La constance de ces proportions du système nerveux avec l'intensité de l'énergie musculaire, n'a rien qui doive étonner : c'est l'application des lois éternelles de l'équilibre et du mouvement, à la mécanique animale.

Dans les tortues un double bouclier osseux et écailleux, exclut le moindre toucher, de toute la surface du tronc ; aussi tout le tronçon de la moelle intermédiaire à chaque aboutissant des nerfs des membres, n'a-t-il pas le seizième du calibre de ces deux là. Son principal office paraît être de servir de conducteur entre les deux tronçons antérieur et supérieur, et de contribuer à la contraction du muscle rétracteur de la tête. Et l'anatomie patologique prouve qu'une bien petite quantité de matière nerveuse suffit à cette communication. M. Magendie (*Journ.* de physiol., t. III, p. 155) a vu persister jusqu'à la mort, sur un homme de 45 ans, le libre mouvement des membres inférieurs, malgré la destruction de tout le tronçon moyen de la moelle, le long duquel il ne subsistait à la face antérieure qu'une lame mince, à peine large de deux lignes. Dans l'intervalle des membres la moelle épinière de la tortue a un calibre proportionné comme dans les mammifères. Nonobstant l'épaisseur de l'épiderme de ses pieds, j'ai été étonné de leur susceptibilité tactile dans cet animal.

Dans tous les poissons le calibre de la moelle épinière est constamment de beaucoup plus petit encore que dans les reptiles. Les seules raies font exception. Pour tous les autres la différence est de quatre ou cinq fois moindre, et elle l'est bien davantage dans les poissons pourvus de vessies aériennes, ou d'autres moyens pneumatiques de supprimer à leur gré leur pesanteur.

D'abord, indépendamment de la forme avantageuse de leur corps pour se mouvoir dans un milieu liquide, les poissons ont un autre avantage dans la perte de presque toute leur pesanteur, par le volume d'eau qu'ils déplacent. Outre ces causes de plus facile mobilité, beaucoup de poissons jouissent encore de la faculté de se rendre plus légers que l'eau, par des dégagements d'air dans des réservoirs intérieurs. Les diodons et les tétrodons sont de tous les poissons les mieux partagés à cet égard. Outre la vessie natatoire ordinaire, ils ont tout le long de la carène inférieure de leur corps, depuis l'anus jusqu'au menton, une longue cavité à paroi membraneuse, située entre la peau et les muscles abdominaux. Cette cavité s'ouvre dans l'œsophage. Le poisson la remplit d'air qu'il avale quand il veut rester à la surface.

Or, dans ce poisson, où toutes les résistances qu'opposait au mouvement sa propre pesanteur, sont anéanties, et que par conséquent la moindre

impulsion possible peut déplacer, toutes les paires de nerfs reçoivent leur excitation du pourtour latéral et inférieur du quatrième ventricule sur une surface nerveuse qui n'a pas six lignes carrées. Dans la baudroie, la proportion de moelle épinière est un peu plus que triple de ce qu'elle est dans le tétrodon, mais il y a une fois plus de nerfs. En comparant pour un tétrodon de deux pieds de diamètre un tronçon médullaire d'une ligne de diamètre, et de sept à huit de long, à la moelle épinière d'un mammifère ou à celle d'un oiseau, la proportion est de plusieurs centaines de fois moindre dans le tétrodon. Il faut remarquer en outre, que ces animaux sont peu agiles, et se laissent plutôt flotter qu'ils ne nagent.

Dans tous les poissons osseux à vessie aérienne, la moelle épinière occupe bien toute la longueur de l'animal, mais son calibre est à proportion huit ou dix fois moindre que dans un mammifère, et sa réduction est réciproque à la grandeur de la vessie natatoire. L'esturgeon, par exemple, montre bien cette corrélation, par opposition avec les squales. La moelle épinière, qui dans un esturgeon de cinq pieds de long doit exciter une masse musculaire presque égale à celle d'un homme, a vingt fois moins de calibre. Dans les squales dépourvus de vessie aérienne, la différence est beaucoup moindre. Elle n'est pas de moitié relativement à un mammifère. Enfin, chez les raies, dont la forme

est si désavantageuse dans un milieu aussi résistant que l'eau, à de grandes surfaces, le calibre de la moelle est au moins double à volume égal de ce qu'il est dans un mammifère.

Hors ce seul cas, dont la raison mécanique est évidente, la quantité de matière nerveuse nécessaire à l'excitation des muscles et des mouvements, est donc en raison inverse de la densité du milieu d'existence et de la pesanteur spécifique des animaux.

Quoi qu'on en ait dit, il n'y a pas de renflement aux tronçons de la moelle épinière correspondants aux nageoires des poissons. Car dans un même animal les accroissements de la moelle pour produire un excès local d'excitation musculaire, même très-considérable, quand cet excès résulte de l'excès de masse des muscles eux-mêmes, sont insensibles, comme le prouve l'exemple du premier renflement des oiseaux comparé à l'interfémoral. Cet accroissement est si insensible, que le tronçon où s'insèrent les nerfs des nageoires de l'exocetus volitans (celui des poissons volants qui s'élève davantage) n'a pas plus de calibre que dans un poisson à nageoires ordinaires, et l'on verra ailleurs que les nerfs n'en subissent pas davantage. Et cependant la moyenne surface des deux pectorales surpasse bien deux fois celle de tout le corps.

S'il y a au contraire un grand excès d'énergie musculaire, tout étant égal d'ailleurs du côté de la masse des muscles, comme, par exemple, la différence d'é-

nergie entre le crapaud et la grenouille et surtout la rainette, alors l'accroissement de la masse médullaire est plus considérable. Ainsi, par le plus grand effort, une grenouille produit un saut de près de quinze fois sa longueur, sur une parabole dont le développement est au moins un tiers plus grand. Le plus grand effort d'un crapaud de même taille est cinq ou six fois moins énergique. Les rainettes sont encore plus vives que les grenouilles. Or, on a vu (liv. II, chap. 2) que le canal vertébral étant égal dans ces animaux, la moelle épinière du crapaud n'en occupe que la moitié, celle de la grenouille et de la rainette, toute la longueur, qu'enfin les trois nerfs des membres postérieurs des grenouilles s'insèrent un cinquième au-delà du point où s'arrête la moelle du crapaud, et ceux des rainettes un peu plus bas encore. La quantité de moelle croît donc ici avec l'énergie de la contraction, la masse musculaire restant la même. La section du prolongement de moelle qui dépasse, dans les grenouilles et les rainettes, l'insertion du dernier nerf lombaire, ne paraît pas diminuer sensiblement la force des mouvements.

On a dernièrement fait dépendre la différence des propriétés de la moelle, d'une part, et du cerveau et du cervelet de l'autre, de la disposition inverse de la matière grise, relativement à la matière blanche. La faculté de produire des mouvements (d'être *irritable*; Flourens) tiendrait, d'après cette

idée, à la concentricité de la matière grise dans la moelle, et la propriété de les vouloir, de les ordonner et de les régler (d'être *sensible*; Flour.) tiendrait à la concentricité de la matière blanche dans le cerveau et le cervelet.

D'après ces principes, les reptiles et les poissons seraient paralytiques du mouvement, car on a vu qu'ils n'ont que de la matière blanche fibreuse sur toute la longueur de leur moelle épinière, et qu'un canal, rempli de sérosité, occupe la place de la matière grise. Les plus vigoureux des poissons, les saumons, qui remontent des chutes d'eau de plusieurs toises, n'ont, pas plus que les autres, un atome de matière grise au centre de leur moelle.

Ainsi donc, considérée comme organe du mouvement, la moelle épinière augmente et diminue de calibre et de longueur selon les quantités d'action à produire, mais dans des proportions beaucoup moindres que lors des variations des phénomènes de la sensibilité.

A cet égard j'observe d'abord que dans le hérisson, c'est tout entier à la disparition du sens du toucher à la peau que se trouve lié le raccourcissement de la moelle épinière, puisque l'animal ne se meut pas moins aisément qu'un autre, quoique à la vérité il ne coure pas très-vite; que dans les oiseaux, nonobstant l'excès des muscles à mouvoir aux ailes, le renflement interfémoral est plus volumineux que l'autre; que le volume de ce renflement

ne change pas, quelle que soit la longueur ou la mobilité de la queue ; qu'il est le même dans les plongeons et les canards qui n'ont presque pas de queue, et chez les aigles et les pies, qui en ont une si mobile (je n'ai pas eu occasion d'examiner les *pics* sous ce rapport); que dans le tétrodon, qui montre la plus grande réduction de cet organe, tout le corps est enveloppé d'une peau épaisse de sept à huit lignes, et à la surface de laquelle je n'ai pu suivre de nerfs. Ce poisson se trouve donc relativement à la susceptibilité tactile de la peau, mais au degré le plus complet, dans le même cas que le hérisson. La baudroie a aussi la peau fort épaisse.

Les cinq paires de lobes si volumineux, qui correspondent aux trois gros nerfs des doigts des trigles, sont évidemment et uniquement liés à la sensibilité tactile des doigts. Car les autres nerfs qui animent les muscles de la nageoire pectorale, s'insèrent à un tronçon qui n'a plus le moindre renflement, et qui n'est pas plus calibré que celui où s'insèrent les nerfs des nageoires ventrales.

Dans la baudroie, les branches des deux premières paires spinales qui vont aussi s'épanouir à l'extrémité des deux longs rayons, flottants comme des aigrettes au-dessus de la face de l'animal, ont aussi le même rapport avec les deux petits lobes développés à l'insertion de ces nerfs.

Les accroissements de calibre et le développe-

ment de lobes sur la moelle sont donc liés à des phénomènes de sensibilité plus vive, et réciproquement les plus grandes réductions de cet organe sont liées à des réductions ou même à la disparition complète de ces phénomènes.

La volonté et l'excitation des mouvements d'une part, et les sensations de l'autre, sont-elles transmises par tout le calibre de la moelle épinière, ou bien ces transmissions se font-elles par les surfaces seulement? et alors l'une et l'autre transmission peuvent-elles se faire par toutes les lignes de la surface, ou bien un même côté serait-il affecté à une de ces transmissions, et l'autre côté à une autre, de sorte que les forces ainsi transmises fussent en quelque sorte polarisées?

L'induction résout encore ce problème. A partir de la huitième paire inclusivement, les centaines de nerfs spinaux de la lamproie se terminent à l'enveloppe, partout distante du système cérébro-spinal, d'environ la moitié de son épaisseur. Non seulement la force excitatrice du mouvement doit ici émaner de la surface le long de laquelle elle se transmet, mais encore la transmission au nerf s'en fait nécessairement à distance, et réciproquement pour la transmission de la force qui doit produire la sensibilité. Enfin, les différences physiques et chimiques du système cérébro-spinal de ces animaux prouvent sans réplique, que l'existence et la production des forces nerveuses sont indépendan-

tes de la composition de l'organe où elles résident.

Voici à ce sujet ce que prouve l'expérience.

Lintroduction d'un stylet tout le long de l'axe de la moelle, n'altère notablement ni la sensibilité, ni les mouvements de l'animal. Ce qui implique que toutes les parties détruites par le stylet, et toutes les parties voisines tiraillées ou contuses par lui, n'ont exercé que peu ou point d'influence sur les phénomènes persistants. D'où suit que puisque ces parties n'agissent pas alors, il est très-probable qu'elles n'agissent pas non plus dans l'état ordinaire. Les transmissions ne se font done pas par toutes les profondeurs du calibre de la moelle.

En outre, la face inférieure de la moelle est beaucoup moins sensible aux piqûres et aux irritations que la face supérieure; chaque genre de transmission ne se fait donc pas indifféremment par l'une ou l'autre face. L'une transmet mieux les sensations que l'autre.

Enfin, l'activité morale, l'exercice voluptueux du coït, le libre mouvement et la sensibilité des membres inférieurs, persistaient malgré la destruction de toute la matière nerveuse répondant à toute la moitié inférieure de la région cervicale et au commencement de la région dorsale de la moelle, intervalle où il ne subsistait plus sur la face antérieure qu'une lame mince, à peine large de deux lignes. De l'eau remplissait tout le tube formé par les membranes restées dans leur intégrité.

Comme on ne dira pas sans doute qu'aucune transmission se faisait à travers l'eau, car alors pourquoi la moelle épinière n'est-elle pas ordinairement pleine d'eau? et comme l'expérience précitée, et en outre des faits que nous dirons plus tard, prouvent que la sensibilité ne se transmet que par la face supérieure; il suit que dans ce cas, la transmission des mouvements et celle des sensations se faisait à la surface correspondante des membranes restées dans leur intégrité. Nous reviendrons sur ce phénomène.

L'expérience se divise d'une autre manière. La section des cordons supérieurs seuls, paralyse la sensibilité, en laissant le mouvement; et réciproquement pour la section des cordons inférieurs.

Les transmissions se font donc par les surfaces de la moelle épinière (1). D'ailleurs, l'intérieur de la moelle, sur un quart ou un tiers environ de son diamètre, est creux dans les poissons et les reptiles.

Jusqu'à Legallois, on admettait que le principe

(1) En voici une autre preuve pathologique : M. Royer-Collard a vu à Charanton un vétéran qui, dans les sept dernières années de sa vie, resta les cuisses fléchies sur le bassin, et les jambes sur les cuisses, sans jamais les mouvoir, quoiqu'elles conservassent leur sensibilité. Ses excrétions étaient involontaires. Presque toute l'épaisseur des cordons abdominaux de la moelle était ramollie, et la pie-mère de sa face antérieure était très-dense, bleuâtre, pointillée; sa face postérieure était saine.

des mouvements et de la sensibilité de tout le corps résidait au cerveau, c'est-à-dire, que le cerveau seul excitait et produisait les mouvements, qu'il ressentait seul les impressions, qu'il était le siége unique des sensations. On allait même jusqu'à supposer dans le cerveau un lieu circonscrit, où à-la-fois aboutissaient toutes les sensations, et d'où partaient l'impulsion de tous les mouvements. Ces idées sont maintenues dans les conclusions d'un recueil d'expériences récemment publié. Seulement on s'y est proposé d'établir la séparation du centre des sensations et du centre des mouvements. M. Flourens a fait des lobes cérébraux le lieu unique où les impressions, reçues par les organes sensibles, doivent parvenir pour que l'animal éprouve une sensation, prenne une volonté, et du cervelet le lieu unique aussi, d'où part la coordination des mouvements. Et depuis il a établi que les mêmes parties cérébrales conservaient invariablement les mêmes propriétés dans les quatre classes de vertébrés.

En 1812, Legallois a fait des expériences dont voici les principaux résultats. Sur des lapins d'un jour; 1° on coupe la moelle épinière entre l'occipital et l'atlas. Après une minute d'agitation, l'animal reste sensible de tout le corps durant un quart-d'heure, au bout duquel la sensibilité est éteinte; c'est-à-dire, qu'une piqûre, un pincement de la peau, n'excite plus de mouvements. A vingt minutes, les carotides ne contenant plus qu'un sang noir,

ou insuffle de l'air dans le poumon. En moins de cinq secondes les carotides sont grossies et bien vermeilles, et à vingt-une minutes la sensibilité est rétablie ainsi que les mouvements. A trente-deux minutes, décapitation devant l'átlas. Insufflation reprise à trente-trois, la sensibilité et le mouvement subsistent dans le tronc. A cinquante minutes, même état de la sensibilité et de la circulation (le sang continuait d'être vermeil tant que l'insufflation n'était pas interrompue); toute la moelle est détruite jusqu'à la queue. A l'instant, tout le corps est paralysé, les battements du cœur ne sont plus distincts. L'insufflation est inutilement reprise et continuée jusqu'à soixante et dix minutes. La destruction immédiate de la moelle épinière, sans autre expérience préalable, paralyse subitement tout le corps, et les battements du cœur ne sont plus distincts. L'insufflation est inutile.

2°. Par la destruction immédiate de la moelle cervicale, le col est flasque, et les pates de devant ne sont plus sensibles ; tout le reste du corps l'est; les battements du cœur sont faibles. Insufflation commencée à trois minutes, la sensibilité dure jusqu'à onze.

3°. Par la destruction immédiate de la moelle dorsale, la tête, le cou et le train de devant, demeurent vivants (c'est-à-dire, qu'ils produisent des mouvements réguliers, quand on pique ou que

l'on pince quelques parties). Le milieu du corps est insensible, et ne se meut plus. Les mouvements respiratoires ne se font plus que par le diaphragme. A quinze minutes l'animal continue de vivre et de respirer.

4°. Par la destruction de toute la moelle lombaire, le train de derrière meurt. La reste du corps vit. A quinze minutes l'animal porte bien sa tête, et se soutient sur ses pates de devant.

Jusqu'au dixième jour, les lapins survivent à la destruction des parties lombaires et dorsales de la moelle. Après le premier jour, ils ne survivent pas à celle de la partie cervicale.

Après le vingtième jour, ils ne survivent pas à la destruction des portions cervicales et dorsales; ils ne survivent que trois minutes à la destruction de la partie lombaire.

5°. Par des sections de vaisseaux et par des ligatures convenables pour empêcher l'hémorragie, et en conservant les connexions du cœur et des poumons avec le seul tronçon dorsal et cervical d'un lapin de trente jours décapité, Legallois a entretenu durant plus de trois quarts d'heure les mouvements et la sensibilité des pates de devant, et les petits mouvements de torsion que fait le thorax quand on en pince la peau.

En piquant, en pinçant un point quelconque de la peau sur un tronçon de l'animal, on détermine les mouvements de tous les muscles de ce

tronçon. L'impression de la piqûre a donc été ressentie par le segment de moelle correspondant, et cette sensation a suffi pour exciter les mouvements. Le principe des mouvements et de la sensibilité d'un tronçon quelconque du corps réside donc dans le segment de moelle auquel aboutissent les nerfs de ce tronçon. J'ajoute à cette conclusion de Legallois, que dans l'état d'intégrité de tout le système, le cerveau n'agit que pour déterminer dans la moelle l'excitation du mouvement, excitation que peut directement déterminer une impression sur l'un des organes sensibles correspondants à un tronçon donné.

6°. Enfin, si l'on coupe la moelle en travers, entre la dernière vertèbre dorsale et la première lombaire, chaque train a séparément le sentiment et les mouvements volontaires. La section a établi deux centres de mouvement.

Et si, quinze ou vingt minutes après la section, l'animal étant bien vivant, on détruit le segment lombaire de la moelle, le train de derrière meurt après de fortes convulsions, durant lesquelles le train de devant est immobile. Ce qui n'empêche pas que la vie ne s'éteigne dans celui-ci après environ trois minutes.

Cette expérience et les précédentes prouvent donc qu'une portion quelconque de la moelle, exerce sur la vie deux influences bien distinctes. Par l'une, elle constitue essentiellement la vie dans toutes les

parties où elle fournit des nerfs; par l'autre, elle contribue à l'entretenir dans toutes les parties qui reçoivent les leurs du reste de cet organe.

Ainsi, quand on détruit la moelle lombaire sur un lapin de vingt jours, la vie, en vertu de la cessation de la première influence, est instantanément détruite dans le train de derrière, et c'est en vertu de la cessation de la seconde, qu'elle ne subsiste qu'environ trois minutes dans le reste du corps. Le premier phénomène est constant à tous les âges et dans toutes les espèces. Le second varie suivant l'âge. De sorte que la deuxième influence de la même portion de moelle croît avec l'âge, mais plus rapidement que l'âge. Cet accroissement varie suivant les espèces, et à plus forte raison en suivant les classes. Enfin, la dernière expérience prouve que cette seconde influence d'un segment quelconque de la moelle sur la vie du reste du corps, est indépendante de la continuité de ce segment avec le reste de la moelle, puisqu'elle continue de s'exercer après la section. Or, le temps durant lequel les parties dont la moelle est restée intacte, survivent à la destruction du tronçon lombaire, par exemple, est juste le même durant lequel le même animal aurait survécu à l'arrachement du cœur. De plus, en resserrant par des ligatures l'étendue des parties où le cœur doit distribuer le sang, on diminue la somme de l'influence nerveuse nécessaire à sa fonction, et l'on raccourcit

la longueur de moelle nécessaire au jeu de la circulation.

Legallois conclut de ces faits que le cœur emprunte toutes ses forces de tous les points de la moelle épinière, sans exception; et comme cet organe reçoit ses nerfs du grand sympathique, que c'est uniquement par ce nerf qu'il peut puiser ses forces dans tous les points de la moelle; qu'il faut donc que ce nerf y ait ses racines.

Ces conclusions doivent beaucoup être restreintes : 1° parce qu'il est douteux qu'un seul filet du nerf sympathique se rende aux muscles mêmes du cœur; 2° parce que ce nerf manque absolument aux lamproies, aux raies et aux squales, et que, parvînt-on même à découvrir chez ces animaux aucun filet de la huitième paire qui se rendît au cœur, on ne pourrait dériver que du seul segment d'insertion de cette paire les forces de cet organe; 3° parce qu'enfin le cœur arraché du corps de l'animal, continue long-temps de se mouvoir régulièrement.

Ainsi, quant à la circulation, ces expériences prouvent seulement que la moelle épinière influe sur la force de contraction du cœur; mais il est évident que la cause de cette force réside ailleurs que dans la moelle.

L'on vient de voir qu'une section transversale de la moelle ne laisse subsister dans le train postérieur, des mouvements réguliers et de totalité, que durant deux ou trois minutes.

Dans un serpent, au contraire, une irritation mécanique, portée sur un point quelconque du corps, postérieur à la section de la moelle, excite des mouvements généraux de toute la moitié postérieure, l'antérieure restant immobile, jusqu'au-delà de six jours. Tout le tronçon postérieur de la moelle a donc réagi d'après l'irritation. Or, cette réaction peut-elle être séparée de la conscience? Et, comme la moitié antérieure du corps est mobile séparément de la postérieure, n'y a-t-il pas alors deux centres de réaction et de conscience?

M. Fodera a prouvé d'une autre manière que le principe des mouvements d'une partie quelconque réside dans le segment de la moelle, d'où cette partie reçoit ses nerfs. Si l'on découvre la moelle épinière d'un animal à qui l'on a donné de la strychnine, on arrête les convulsions de telle partie que l'on veut en comprimant la moelle correspondante. Et c'est bien dans la moelle épinière seulement que réside la cause de ces phénomènes, car la compression du cerveau ou de la moelle allongée ne les suspend, ne les ralentit aucunement.

On a dernièrement avancé qu'une interruption complète de la moelle épinière divisée par une balle en deux tronçons, chez l'homme, pouvait coïncider avec la conservation de la sensibilité et du mouvement des membres inférieurs; et l'on a expliqué la persistance de ces phénomènes par une

transmission des forces motrices et sensitives, le long des communications du grand sympathique. L'observation était certainement inexacte. Et, à l'époque où Desault publia ce fait, on connaissait assez peu l'anatomie des nerfs, pour qu'un tel récit mérite d'être cru. On doit d'autant plus en douter que jusqu'ici ce serait le premier fait pathologique en opposition avec les résultats de l'expérience.

CHAPITRE II.

INFLUENCES ET PROPRIÉTÉS DU LOBE DU QUATRIÈME VENTRICULE.

Si l'on retranche successivement d'avant en arrière, sur un animal dont on a ouvert le crâne, toutes les parties du cerveau, puis les lobes optiques, puis le cervelet tout entier, de manière que la dernière tranche passe au-devant de l'insertion de la cinquième paire, l'animal continue d'avoir la conscience de toutes les sensations qui ont leur siége à la face, moins celles de la vue. Il continue d'être aussi vivement affecté par les sons, les odeurs, les saveurs, les piqûres de la face, que s'il n'avait éprouvé d'autre trouble que celui qui résulte de la perte du sang par la seule ouverture du crâne; et il crie, si, par exemple, on tire trop fort un poil de sa moustache, si on lui met un acide trop piquant

sous le nez, etc. Enfin, il essaie avec ses pates de devant de se débarrasser de la cause de sa douleur, comme il le ferait s'il était intact. La respiration, la circulation continuent d'avoir lieu ; les mouvements ne sont pas plus troublés que si le cervelet seul avait été enlevé. (On verra, chap. suivant, en quoi les mouvements sont alors affectés.) Et tant que la continuité de la cinquième paire avec le segment de son insertion n'est pas interrompue, les phénomènes continuent. Je les ai vu sur des hérissons adultes durer plus de deux heures.

La sensibilité de tout le tronc et des membres, que tout-à-l'heure nous avons vu dépendre des parties correspondantes de la moelle, n'a d'ailleurs éprouvé aucune atteinte. L'animal crie et s'agite, essaie de se soustraire et de se défendre, quand on lui pique ou qu'on lui pince un doigt, une pate, comme quand on lui pince les lèvres ou le nez.

Ces impressions du tronc aboutissent donc au même point que celles de la face et des organes des sens, moins l'œil.

Et ce lieu de concours et de réunion de toute les sensations du corps, moins la vue, est dans le segment du lobe du quatrième ventricule. Car une section de la moelle, derrière ce lobe, ôte à l'animal la conscience de toutes les impressions faites sur le tronc que l'on pourra mettre en convulsion sans que l'animal en ait la conscience

et pousse le moindre cri; tandis que durant ces convulsions du train postérieur, une simple piqûre de la face l'oblige à crier.

Mais toute l'étendue de ce lobe du quatrième ventricule n'est pas également le siége de cette conscience. Si, derrière l'insertion de la cinquième paire et d'un seul côté, l'on coupe le cordon supérieur du quatrième ventricule, les phénomènes ne se produisent plus de ce côté, la conscience de toutes les sensations continuant de l'autre. Et réciproquement. Si, laissant intacts ces deux cordons supérieurs où se continuent les nerfs de la cinquième paire, on coupe entre deux, soit les pyramides inférieures, soit les cordons inférieurs de la moelle, la conscience des sensations de la face subsiste. Les parties intermédiaires du lobe ne sont donc ni conducteurs ni siége de cette conscience, qui de plus semble avoir deux foyers. Car la section du cordon droit laisse subsister la conscience à gauche, et réciproquement. L'on vient de voir les limites latérales de ces foyers, en voici la limite sur la longueur. Après la section des mêmes cordons supérieurs derrière la troisième vertèbre, toutes ces sensations continuent. Or, on a vu que la racine inférieure de la cinquième paire se prolongeait à la face inférieure de ce cordon, à une distance variable, suivant les espèces. La limite de ces phénomènes paraît donc être celle des racines mêmes de la cinquième paire.

En outre, toute la surface de ces cordons du quatrième ventricule jouit d'une sensibilité extrême, et manifestement supérieure à celle du reste de la surface supérieure de la moelle et des lobes optiques. Son irritation excite des convulsions. (On verra plus loin que les surfaces du cerveau et du cervelet sont insensibles.)

L'organe où réside la conscience des sensations de tout le corps, moins la vue, est donc cette partie du cordon supérieur de la moelle où s'implantent les racines de la cinquième paire.

Un second ordre de phénomènes réside dans la partie du quatrième ventricule qui répond à l'insertion de la huitième paire. Le Gallois, après Lorry, avait expérimenté que la respiration continue durant l'enlèvement successif, d'avant en arrière et par tranches, du cerveau, de tout le cervelet, et d'une partie de la *moelle allongée*, mais qu'elle cesse subitement lorsqu'on arrive à comprendre dans une tranche, l'origine des nerfs de la huitième paire. Cette expérience nous a constamment donné les mêmes résultats. Mais c'est sur les hérissons que les phénomènes subsistent plus longtemps. Nous avons même vu ces animaux crier pour des piqûres, des pincements des pates et des oreilles, quoique toute la partie antérieure du ventricule où la conscience paraît bornée chez les lapins, n'existât plus. Mais il faut observer que dans les hérissons, les racines de la cinquième paire se

prolongent en arrière plus que dans les lapins, et que le segment de la huitième paire renferme chez eux l'extrémité postérieure de ces racines. Dès l'instant que le segment postérieur du quatrième ventricule est détruit, la respiration cesse. Mais, comme on a vu les mouvements respiratoires du thorax et du diaphragme se ranimer par l'effet de l'insufflation pulmonaire, lors même qu'il ne subsistait plus que la portion dorsale de la moelle, il est démontré que ce segment postérieur du quatrième ventricule n'est pas le siége du principe immédiat de ces mouvements, mais seulement d'une force de laquelle dépend l'action de ce principe. Et comme on peut suppléer à cette force par l'insufflation, il paraît que l'influence principale de cette force consiste à entretenir le phénomène chimique de la respiration.

L'influence de la moelle allongée sur la respiration est donc plus subordonnée à la moelle épinière qu'au cerveau.

Une autre expérience prouve que l'estomac, et par conséquent la digestion, sont, aussi-bien que le poumon et la respiration, sous l'influence initiale de ce lobe. Si, au milieu des efforts de vomissement qu'excite dans un animal une dose suffisante d'émétique, l'on comprime le quatrième ventricule à l'origine de la huitième paire, le vomissement s'arrête, et cependant les muscles en action dans ce phénomène reçoivent leurs nerfs de

la moelle épinière, qui peut, si on l'irrite, les faire contracter, mais sans que cette contraction produise le vomissement. L'influence initiale agit encore ici directement de la moelle allongée sur la moelle épinière.

La durée de la vie est très-différente, selon les classes d'animaux, après la section de l'encéphale derrière le cervelet. Les hérissons survivent plus long-temps que tous les mammifères; le terme est de plus de deux heures, s'ils étaient dans un état voisin de l'engourdissement. Alors la température de leur sang n'est guère supérieure à celle des reptiles. Cette condition, qui est plus favorable à la durée des phénomènes respiratoires et sensitifs, restreint l'intensité des signes de ces derniers. Mais les reptiles vivent fort long-temps après la résection de l'encéphale. On sait que Redi a conservé des tortues vivantes six mois après leur avoir extrait le cerveau par le crâne. Et le résultat était le même chez des tortues terrestres et chez des tortues d'eau douce. Les tortues sans cerveau continuent de marcher, d'aller et venir, d'être sensibles comme à l'ordinaire. Elles n'ont perdu que la vue, et les yeux se ferment aussitôt l'enlèvement du cerveau.

Nous avons répété la même expérience constamment avec les mêmes résultats, sur un grand nombre de grenouilles, de crapauds, de vipères et de couleuvres. Mais ces dernières, même en été,

ne survivent pas plus de quarante-huit heures, et les grenouilles plus de trois jours.

Non-seulement dans ces animaux, la conscience des sensations survit à la destruction de l'encéphale; mais aussi l'animal continue de se déterminer et de vouloir, ce que ne fait pas un mammifère. La faculté de vouloir et de se déterminer réside donc, au moins en partie, dans le lobe du quatrième ventricule chez tous ces reptiles, puisqu'elle se manifeste encore quand il n'y a plus d'encéphale. Cette force n'y réside évidemment pas dans les mammifères. Mais puisque ces deux forces n'ont pas le même siége, et que l'une peut exister sans l'autre, elles ne sont donc pas identiques. Vouloir et se déterminer est donc un autre phénomène, qu'avoir la conscience d'une sensation.

Redi ne parle pas des limites de ses sections, mais l'anatomie de l'espèce commune sur laquelle il opérait, montre que la décapitation détruit la plus grande partie du segment d'insertion de la cinquième paire.

Une tortue seulement décapitée ne change plus de place, mais retire ses pates quand on les pince. Redi en a vu vivre vingt-trois jours en cet état. M. Breschet n'en a pas vu survivre plus de quarante-huit heures à la décolation, derrière la deuxième ou la troisième vertèbre. Il les a vu aussi rester imobiles, et ne remuer que les pates si on les piquait. Entre

les mains de M. Magendie, en juin, une grande tortue de la même espèce ne survécut que cinq minutes à la destruction, avec un stylet, du segment d'insertion de la huitième paire. Je n'ai point vu non plus de grenouilles, de crapauds ni de serpents marcher après la destruction du quatrième ventricule. Seulement quand on pique, quand on pince un animal en cet état, la pate, la jambe irritée se retire, ou le tronçon se replie, si c'est un serpent. Il en est de même chez les salamandres. Legallois en a décapité sur les premières vertèbres qui vécurent plusieurs jours. Mais tout en remuant leur corps et leurs pates avec autant de force que pour marcher, elles ne changeaint pas de place. Leurs mouvements sont déréglés, et sans but; les pates se meuvent en sens contraire l'une de l'autre. Sur plusieurs centaines M. Breschet n'en a vu aucune survivre plus de quatre jours à la même décolation, dans aucune saison; et si l'on tenait la plaie submergée, la salamandre mourait aussitôt.

Une preuve que c'est bien dans le quatrième ventricule seul que réside dans tous les reptiles la force ordonnatrice des mouvements réguliers, c'est que si l'on enlève entièrement à un crapaud, à une grenouille, la commissure de ce ventricule (commissure que, si l'on veut, on nommera cervelet) l'animal marche, se dirige tout aussi bien qu'auparavant. Ce n'est donc pas dans ce prétendu cervelet que réside cette force ordonnatrice.

L'enlèvement de cette commissure donne lieu à un phénomène fort important, par ses rapports avec les lois générales de l'équilibre et du mouvement. Une grenouille, privée de cet organe, perd de la vivacité de ses mouvements dans l'air; à terre elle ne peut plus sauter, mais dans l'eau elle nage, plonge, sans aucun ralentissement apparent. La quantité de force nécessaire au mouvement dans l'air, est donc beaucoup plus grande que celle nécessaire au mouvement dans l'eau, où la plus grande partie de la pesanteur est neutralisée. L'intensité et la vitesse des mouvements du crapaud sont beaucoup moins diminuées que dans la grenouille, phénomène qui coïncide avec celui que nous avons observé plus haut (pag. 546).

L'expérience vient de montrer que l'estomac et le poumon, et les actions mécaniques et chimiques qui en dépendent ou s'y rapportent, sont soumis directement à une influence résidant au segment d'insertion de la huitième paire. Tout porte à croire que ce segment est aussi le siége des sensations, des besoins et des forces intellectuelles, ou instinctives, qui se rapportent à ces actions. Ce qui induit à le croire, c'est que d'autres expériences prouvent que cet organe est encore le siége du sommeil, de l'assoupissement, et d'un phénomène inverse de la force excitatrice des mouvements et des sensations.

Et d'abord sur un animal dont on découvre le

quatrième ventricule; on fait cesser à l'instant les mouvements et les sensations, si l'on comprime le devant de ce lobe, préalablement découvert : l'animal est assoupi. Si, au contraire, après avoir enlevé le crâne, et l'animal n'éprouvant d'autre effet que le léger affaiblissement causé par l'hémorragie, l'on comprime latéralement, jusqu'à les écraser, les lobes cérébraux et ceux du cervelet, l'animal continue d'être éveillé et d'être susceptible de toutes les sensations, de tous les mouvements. Il perd subitement cette faculté si l'on comprime verticalement le cervelet, la pression étant alors directement transmise à la moelle allongée. Il la perd aussi, si l'on comprime verticalement, surtout obliquement d'avant en arrière et de haut en bas les lobes cérébraux, la pression se transmettant également à la moelle. Enfin, pour dernière preuve que l'assoupissement ne réside ni dans le cerveau ni dans le cervelet, M. Fodera, à qui l'on doit ces expériences, a remplacé ces organes par une pâte molle. En comprimant latéralement ou verticalement cette pâte on obtenait les mêmes phénomènes qu'en comprimant le cerveau. Il prouve encore la même chose par une autre expérience. Le dernier terme de l'action de l'alkool est, comme on sait, un sommeil profond et inexcitable, un assoupissement léthargique. Si, prenant deux animaux de même force, de même taille et de même âge, l'on ôte à l'un le cerveau et on laisse

l'autre entier, la dose d'alkool nécessaire pour produire un même degré d'assoupissement devra être double pour le second. Or, le degré d'assoupissement se mesure par la quantité d'acide prussique nécessaire au réveil complet de l'animal; car l'expérience a appris que le principe actif des amandiers, des pruniers, etc., neutralise les effets de l'alkool sur le système nerveux. Enfin, les phénomènes alternatifs de l'assoupissement par l'alkool, et du réveil par l'huile d'amandes amères, arrivent tout aussi bien sur un animal dont on a enlevé tout l'encéphale au-devant du quatrième ventricule. Le cerveau, loin d'être le siége de l'assoupissement et du sommeil, est donc, au contraire, antagoniste de l'influence qui peut produire ces deux états, puisque cette influence doit être plus grande si le cerveau n'a pas été détruit.

Les inductions des observations directes sur l'homme coïncident avec le résultat de ces expériences. Dans les rêves et même dans le somnambulisme toutes les sensations sont suspendues, la conscience de tout ce qui environne le somnambule, le rêveur n'existe pas pour lui. Cependant il n'est pas douteux que le cerveau n'agisse alors puisque le rêveur pense et parle, et que le somnambule agit avec les mêmes combinaisons et dans le même ordre que s'il était éveillé. Le siége de la pensée n'est donc pas le même que celui de la conscience des sensations. Cette conscience, elle-

même, n'est pas un effet nécessaire des impressions faites sur les organes des sens, puisque les yeux, les oreilles, etc., du somnambule, sont affectés, sans qu'il voie, sans qu'il entende. De plus, le siége de la l'impulsion à agir n'est pas le même que celui de la conscience des sensations, puisque l'un est actif séparément de l'autre. Or, la liaison du cerveau avec les cordons inférieurs de la moelle épinière, par les pyramides, explique celle des opérations de l'intelligence et de la volonté, avec les mouvements réguliers et non automatiques, sans la coopération des forces qui résident dans le quatrième ventricule.

Enfin, dans les inflammations de la surface du cerveau, nommées *arachnitis*, l'assoupissement accompagne constamment l'arachnitis de la base; et plus le *coma* a été profond, plus grande est l'inflammation de la surface de la protubérance et de la moelle allongée; malheureusement les auteurs de ces observations (MM. Martinet et Parent du Châtelet) ne parlent pas de l'état de la face supérieure de cet organe.

Le siége de l'assoupissement causé par l'inflammation paraît le même que celui de l'assoupissement causé par l'ivresse alkoolique et par la compression. L'assoupissement qui constitue le sommeil ordinaire aurait-il donc un autre siége?

L'on attribuait aux pyramides inférieures la transmission à l'autre côté du corps des effets

mécaniques et sensitifs de la compression, qu'exerce dans un hémisphère du cerveau, du sang épanché, du pus, etc., lors des apoplexies et des paralysies. Et pour expliquer ce croisement des phénomènes, des anatomistes avaient cru voir les fibres d'une pyramide se continuer avec celles du cordon inférieur opposé de la moelle, de sorte que ces fibres croisées auraient servi de conducteurs aux phénomènes, ou plutôt à l'influence qui les produit. On a vu, liv. II, chap. IV, ce qu'il en est de ce croisement. Ces fibres ne se continuent pas avec celles des cordons inférieurs de la moelle; elles s'appliquent seulement à la face inférieure de ces cordons.

Voici le résultat d'expériences faites pour constater les propriétés de ces pyramides.

La section de l'un de ces faisceaux, faite par le quatrième ventricule, en intéressant par conséquent l'étage superposé de matière grise, et même quelques fibres les plus internes des cordons inférieurs de la moelle, ne produit pas de lésion apparente dans les mouvements, et surtout aucune paralysie, soit du côté lésé, soit du côté opposé. Bien plus, la section transversale des deux pyramides vers la moitié de leur longueur, ne produit pas davantage de changement. On a cru seulement remarquer un peu de difficulté dans la marche en avant.

La seule fonction de ces pyramides paraît donc être de lier, de mettre en communication les phénomènes qui ont leur siége au cerveau avec ceux

qui résident ou aboutissent au quatrième ventricule et avec ceux de la moelle épinière.

La section des pyramides postérieures ne produit non plus aucune alternative visible des mouvements généraux. L'on ne paralyse une moitié du corps, c'est-à-dire, on ne la soustrait à l'influence du cerveau, qu'en coupant la moitié de la moelle allongée du même côté. Alors le côté ne devient pas immobile, car il peut exécuter des mouvements irréguliers; ni insensible, car les membres se retirent quand on les pince. Enfin, ce côté du corps dont les communications avec le cerveau ont été interrompues, se trouve dans le même cas que tout le corps d'un animal décapité que l'on fait vivre par l'insufflation du poumon.

Ainsi donc, c'est dans le lobe du quatrième ventricule chez tous les animaux, que se passe la conscience de toutes les sensations, moins la vue, et de plus que réside dans les reptiles la faculté de se déterminer ou de vouloir, la volonté.

Maintenant, en se rappelant que dans les carpes chez les cyprins, il existe sur le segment d'insertion de la huitième paire, une paire de lobes qui est la plus volumineuse de tout l'encéphale, et qui répond aux nerfs si développés du palais; que dans la torpille une autre paire de lobes formée non pas comme la précédente par le développement des cordons supérieurs, organes de sensibilité, mais par celui des cordons inférieurs, organes de mouvement, répond aux nerfs de l'organe électrique; n'en peut-

on pas conclure que les premiers sont aboutissant des sensations dont le siége est au palais, et que les seconds sont les excitateurs des phénomènes électriques ?

De même dans tous les poissons, l'excès constant de développement du quatrième ventricule par rapport à tous les autres animaux, excès coïncidant avec celui des nerfs branchiaux de la huitième paire, n'est-il pas lié à la nécessité d'une plus grande action sensitive, chimique et mécanique des branchies sur l'air à respirer, attendu l'adhérence de cet air avec l'eau, milieu d'existence des poissons, et la proportion si infiniment petite de cet air?

Enfin, les accroissements du segment de ce lobe correspondant à la cinquième paire, accroissements qui coïncident avec ceux de cette paire elle-même, démontrent également un rapport direct entre l'intensité des sensations et le développement de l'organe où réside la force intellectuelle en rapport avec ces sensations.

Et comme la réduction de chacune des parties antérieures de l'encéphale, et même le défaut absolu de quelques-unes de ces parties, par exemple, les lobes olfactifs, le cerveau et le cervelet dans quelques reptiles et beaucoup de poissons, ainsi que les expériences sur ces vestiges d'organes, portent à croire que les forces propres à ces parties peuvent y être réduites à une très-petite existence, ou même y être nulles; comme au contraire l'ex-

périence et l'observation anatomique prouvent que le quatrième ventricule devient le siége d'un plus grand nombre d'actions à mesure que ce lobe se développe, on en peut conclure que très-probablement dans les poissons où ce quatrième ventricule a une si grande proportion, il est le foyer principal des forces ou facultés dont se compose l'instinct ou l'intelligence de l'animal. Enfin, c'est un point de la plus haute importance dans la physiologie du système cérébro-spinal, que d'avoir constaté cette liaison, cette connexion si intime de l'organe où réside la conscience des sensations, et de celui qui paraît l'ordonnateur de toutes les affections, de tous les phénomènes relatifs à la respiration et à la digestion. Ainsi se trouve, sinon expliquée, au moins reconnue la cause de ce nœud si intime des besoins les plus dominants, de la faim, de la soif, des soupirs, des sanglots, du bâillement, du sommeil, etc., avec la conscience des sensations et les déterminations de la volonté.

CHAPITRE III.

PROPRIÉTÉS ET INFLUENCES DU CERVELET.

Avant M. Gall, on n'avait, que je sache, attribué au cervelet aucune action, aucune influence spéciale. M. Gall crut remarquer que le dévelop-

pement des bosses occipitales inférieures, était proportionné aux facultés génératrices des animaux, et en particulier à leur ardeur dans le rut ou dans l'accouplement. Et comme ces bosses répondent assez bien au développement des lobes du cervelet, il attribua à ces lobes une correspondance d'action avec les organes de la génération. M. Serres a aussi cru observer une liaison entre ces deux organes éloignés. Il a même signalé par l'érection de la verge après la mort, l'existence des apoplexies cérébelleuses consécutives à l'abus ou au moins à l'excès d'exercice des organes génitaux. Enfin, M. Gall dit avoir dans le cas de perte d'un testicule, observé des diminutions de volume dans le lobe cérébelleux du même côté. Ce qui impliquerait la diminution simultanée des deux lobes dans le cas de castration complète. Or, ce dernier résultat n'est rien moins que constaté.

Quoi qu'il en soit de la constance de ces faits dans l'homme, il est bien certain que ni le degré de développement, ni même l'existence, soit des lobes latéraux du cervelet, soit du cervelet tout entier, ne sont la condition nécessaire ni de la fécondité, ni de la disposition à l'accouplement chez les quatre classes de vertébrés.

Et d'abord, parmi les mammifères, les cynocéphales dont la lubricité dépasse tout ce que la nature a pu réaliser ailleurs, tout ce que peut même l'imagination inventer, ont l'ensemble du

cervelet et surtout les lobes latéraux moins développés à proportion que l'homme.

La fécondité des cobaies ou cochons d'Inde domestiques est telle, que d'un seul couple, en moins de quinze mois, on peut obtenir mille individus. Ces animaux peuvent s'accoupler à six semaines ou deux mois; et les femelles peuvent mettre bas tous les deux mois, n'allaitant que pendant quinze jours. Ils cherchent à jouir aussi souvent qu'à manger; et telle est leur lubricité qu'au milieu de plusieurs femelles, les mâles se livrent entre eux à un libertinage qu'à tort l'on a cru particulier à l'homme. Fréquence réitérée de l'accouplement, et fécondité extrême, tout devrait donc, d'après les faits précédemment rapportés, amener un développement énorme du cervelet dans tous ses lobes. Or, ils n'y sont ni plus ni moins développés que dans la race sauvage qui ne s'accouple qu'une fois par an, et ne produit que deux petits.

Dans les oiseaux, où l'accouplement est si ardent, le cervelet consiste uniquement dans le lobe médian, et c'est aux lobes latéraux que résiderait chez les mammifères l'instinct de la volupté. Quoique dans les oiseaux la durée de l'amour soit plus courte que dans la plupart des mammifères, quoique enfin le cervelet ne soit pas plus développé dans le coq qui s'accouple presque toute l'année, que dans des oiseaux où l'accouplement ne dure

que quelques jours, néanmoins, la liaison de ces faits aurait pu sembler assez constante pour que l'on en fît une loi.

Mais outre que ces développements du lobe médian du cervelet ont une liaison constante et sans exception, dont je parlerai, et qui est justement en rapport inverse avec celle que l'on avait admise, on va voir que cette dernière est loin d'être générale, ainsi que l'a déjà prouvé l'opposition des cochons d'Inde domestiques à la race sauvage.

C'est dans les poissons que le cervelet médian parvient au plus grand volume relatif connu, par exemple, dans le barbeau, les silures, les gades. Or, aucun de ces poissons ne s'accouple, et même le plus souvent les mâles ne connaissent pas la femelle dont ils fécondent les œufs. Il n'y a non plus ici aucune éducation, aucun instinct conservateur de la famille. Les parents ne connaissent pas leurs petits, et s'ils les rencontrent, ils les mangent comme une proie ordinaire. D'après ces faits, il n'y a donc aucun rapport entre le sens de la volupté, l'instinct de famille, et le lobe médian du cervelet. Tout indique au contraire que le sens de la volupté est à peu près nul dans les poissons osseux. Et, comme nous l'avons observé ailleurs (*Dictionnaire classiq. d'Hist. nat.*, *art. Cynocéphales*), il y a, au contraire, un rapport inverse entre l'activité de ce sens et la fécondité. La repro-

duction est d'autant plus abondante, que la conscience de son acte diminue dans les êtres. Ainsi, les milliers d'œufs d'une morue paraissent être conçus et déposés avec la même insensibilité, que les millions de fleurs d'un orme ou d'un tilleul sont fécondés et transformés en graines.

A la vérité, les squales et les raies s'accouplent, et leur cervelet médian est très-développé. Mais on va voir directement que le cervelet n'est pour rien dans l'acte de l'accouplement.

Les grenouilles rainettes, crapauds, et surtout les couleuvres et les vipères, manquent tout-à-fait de cervelet. Or, ce sont justement, parmi ces reptiles, ceux qui n'ont pas même un vestige que l'on puisse prendre pour cet organe, qui exercent un véritable accouplement; les couleuvres, les vipères.

Quant aux crapauds, on sait qu'ils sont tellement absorbés dans l'acte de la fécondation, qu'ils perdent alors la conscience de toute autre impression. On ne peut alors les effrayer, ni même leur faire lâcher prise à force de coups ou de mutilations. Certes, la conscience du plaisir et de son acte, n'est nulle part ailleurs poussée à ce degré. Eh bien! ces animaux n'ont pas de cervelet. Et, en donnant ce nom à la petite bandelette qui est derrière les lobes optiques, ce ne sera certainement pas à cette partie que par hypothèse on devra rapporter l'ac-

tion cérébrale du plaisir, car elle n'a pas la millième partie du volume que comporterait l'énergie de l'acte.

La coordination des mouvemens locaux et partiels en mouvement d'ensemble, n'a pas davantage son siége dans le cervelet, soit médian, soit latéral. Et quoique l'absence la plus complète de tout ce qu'on pourrait prendre pour le cervelet se trouve dans les serpents, où effectivement l'harmonie des mouvements n'en lie plus ensemble qu'un fort petit nombre, et où les mouvements les plus compliqués, ceux des membres, n'existent plus; néanmoins on ne voit pas, dans les oiseaux à la fois voiliers, nageurs et marcheurs, tels que les palmipèdes, la complication du cervelet croître avec le nombre et la complication de ces mouvements, comme cela devrait être. D'ailleurs, ni la locomotion, ni différents modes de station des serpents, n'ont cette simplicité qu'on leur à supposée. L'action de se *lover*, c'est-à-dire, de contourner tout son corps en une spirale dont les arcs, décroissant supérieurement, représentent un cône pour la série des arcs (action dans laquelle la queue, fixée au centre de la spire inférieure, sert à la fois de point d'appui et de pivot, et où la tête, ramenée horizontalement en avant, se balance pour commencer la jaculation), cette action est bien aussi compliquée que la course d'un animal. La vi-

père de notre pays partage ce mode de station, et le mouvement de jaculation dont il n'est que le premier temps. Enfin M. Moreau de Jonnès a vu la vipère fer-de-lance se tenir dressée verticalement sur sa queue. Certes, l'influence nerveuse nécessaire à l'effort d'une pareille station nécessiterait dans le cervelet un certain degré de développement, si cet organe était la source de cette influence. Ensuite dans les cétacés, où les mouvements sont réellement beaucoup moins compliqués que dans les serpents, le cervelet est presque aussi compliqué que celui de l'homme; par exemple, chez les dauphins. Et si l'on considère la force même des mouvements, plusieurs ruminants, les chamois, les bouquetins, etc., parmi les mammifères, devraient avoir le cervelet bien plus développé que l'homme. Et parmi les poissons, les diverses espèces de salmo qui remontent, contre la pesanteur et la vitesse de l'eau, des chutes de plusieurs toises, devraient avoir encore un cervelet plus compliqué que tous les autres animaux. Or, il n'en est rien, et le cervelet des saumons est plus petit que celui de beaucoup d'autres poissons osseux.

Enfin j'ai enlevé aux crapauds, aux grenouilles, aux rainettes, etc., la petite traverse capillaire que l'on avait prise pour leur cervelet, et ils n'en ont pas moins exécuté dans l'eau tous les mouvements de la nage, comme si rien ne leur était arrivé.

Seulement il faut observer que dans les mammifères et les oiseaux, les blessures un peu graves du cervelet, les soustractions d'une partie plus ou moins considérable de cet organe, entraînent l'impossibilité de marcher en avant, et développent, au contraire, un système de mouvements très-régulièrement ordonnés et qui se rapportent à l'action de reculer. Sous ce rapport le cervelet paraîtrait antagoniste des corps striés, dont la soustraction dans les mammifères produit une force spontanée de course rectiligne en avant.

Mais il est évident, d'autre part, que le cervelet ne conserve pas dans les reptiles et les poissons cette propriété qui lui appartient dans les deux autres classes; comme aussi, dans les trois classes d'ovipares, les mouvements en avant sont indépendants des corps striés, puisque ces organes n'existent pas dans les poissons, les serpents et les batraciens.

Enfin un hémisphère du cervelet peut avoir perdu le tiers ou la moitié de son volume par la compression qu'exercent sur lui des tumeurs développées à l'intérieur du crâne. J'ai observé deux cas de ce genre, l'un à droite, sur une idiote de trente ans, l'autre à gauche sur un boulanger d'une taille herculienne, et il ne s'était pas manifesté la moindre perturbation dans les mouvements. Que l'on ne dise pas que la lenteur avec laquelle s'opère la réduction de l'organe, dût empêcher aucune

altération de se montrer. La différence définitive de un à deux pour la masse, entre les deux hémisphères, aurait dû évidemment rompre l'harmonie des forces, et par conséquent celle des mouvements que l'on suppose dirigés par elles, si véritablement de pareilles forces résidaient dans le cervelet.

Or, on va voir, 1° qu'une pareille réduction de la masse du cervelet n'est pas un obstacle à l'exercice de forces différentes que l'expérience nous a démontrées dans cet organe, et 2° que les effets des mêmes blessures, des mêmes destructions du cervelet, varient d'une classe, et même d'une espèce à l'autre.

Par l'ablation de la partie moyenne et supérieure du cervelet, les cobaies et les lapins portent la tête en arrière, les pates de derrière s'écartent, celles de devant se tendent et se roidissent. L'attitude est celle qui prépare à reculer ou à se renverser. Bientôt les pates de devant frappent le sol avec roideur, et celles de derrière restant immobiles, l'animal recule. Pincé à la queue, l'excitation n'agissant que sur les pates de devant, il continue de reculer. Une destruction plus profonde fait tomber l'animal sur le côté, la tête se renverse davantage, et les pates, surtout celles de devant, s'agitent plus violemment en conservant leur roideur. Mais ces agitations ne sont pas uniformes et régulières comme dans les convulsions. Une pate

s'élève quand l'autre s'abaisse; et si on remet alors l'animal sur ses pates, l'excès d'agitation des antérieurs toujours roidies, le fait encore reculer. Chez les lapins, la tendance à reculer, à se cabrer, à se renverser, tout égal d'ailleurs du côté des pertes de substance, est plus grande que chez les cobaies.

Si l'on n'agit que sur un côté du cervelet, il n'en résulte que l'affoiblissement du même côté, et même la paralysie, si la blessure pénètre dans la base du pédoncule.

Le vol et la marche des pigeons ne sont point altérés par l'ablation de la partie supérieure du cervelet. Par une coupe plus profonde, l'oiseau chancelle, tombe sur le devant, se relève, ne cesse de s'agiter; une destruction plus profonde encore, fait marcher et voler à reculons. Après la destruction totale, l'oiseau irrité, marche presque comme à l'ordinaire; jeté en l'air, il bat des ailes régulièrement, et tombe d'aplomb sur ses pates. Après un quart-d'heure, il ne peut plus s'y tenir, elles se tendent; il marche encore sans les fléchir si on le tient par le bout des ailes; jeté en l'air, ses ailes se meuvent régulièrement. Les jambes restent tendues, et la tête renversée jusqu'à la mort.

M. Fodéra a vu tous ces phénomènes se succéder sur un même oiseau. Mais chacun de ces phénomènes peut avoir lieu immédiatement, si le cervelet est immédiatement lésé d'une manière analogue.

Sur des moineaux, les phénomènes ne sont plus tout-à-fait les mêmes. L'ablation d'environ le tiers supérieur du cervelet, n'empêche pas un de ces oiseaux de s'enfuir en volant, et de donner de forts coups de bec. Une destruction de la moitié en longueur et du tiers en profondeur, affaiblit d'abord un autre moineau, et il ne put se tenir sur ses pates. Quelques minutes après, il reprit de la force, et reculait spontanément, surtout si on le pinçait. Enfin, plus tard, il marchait, sautait et évitait les coups qu'on lui voulait porter ; il se défendait même à coups de bec.

Sur des grenouilles et des crapauds, l'on a vu au chapitre précédent que l'enlèvement de la petite bandelette prise pour le cervelet, ne cause même pas la tendance à reculer, et que l'animal reste entièrement maître de la direction de ses mouvements.

Chez les poissons, l'ablation complète du cervelet ne cause aucune espèce de perturbation des mouvements ; ils ne sont qu'affaiblis.

Il est fort singulier que l'action du camphre et de la coque du Levant produisent dans les mouvements les mêmes désordres, les mêmes tendances que la destruction progressive du cervelet. Voici encore quelques résultats d'expériences de M. Fodéra. Par suite de l'injection d'une solution huileuse de camphre dans l'abdomen, un pigeon chancelait, tombait sur le devant, se relevait, chancelait en-

core, tombait en arrière. Les moineaux et les bruants ont plus de tendance à reculer, et les mâchoires s'élèvent et s'abaissent : mouvements que le camphre cause aussi aux lapins. Les phénomènes continuent après l'enlèvement du cerveau ; ils se produisent également, si l'on a commencé par cette ablation. Enfin si, durant l'action du camphre, on retranche la partie supérieure du cervelet, les phénomènes augmentent d'intensité et de rapidité.

Dans aucun cas, l'animal n'éprouve la moindre douleur.

Les blessures ou même la destruction presque complète du cervelet ne paralysent donc pas les mouvements, comme le croyait M. Rolando; elles ne les désordonnent pas, ne les dérèglent pas, comme l'avait cru M. Flourens, qui de plus affirmait que les mêmes blessures de cet organe produisaient invariablement les mêmes phénomènes dans les quatre classes de vertébrés.

Enfin il est évident que ce n'est pas le cervelet qui coordonne les mouvements en action régulière, puisqu'on a vu au chapitre précédent que des lapins, et surtout les hérissons, pendant fort longtemps se frottent le nez avec leurs pates de devant quand on en approche un flacon de vinaigre, ou se défendent avec ces mêmes pates d'une piqûre, d'un pincement à la tête.

Il paraît que les blessures et la destruction du cervelet, neutralisent une force qui faisait équili-

bre avec une autre force produisant la tendance à reculer. Ce n'est donc pas le cervelet lui-même qui est le siége de cette dernière force, il paraît l'être au contraire d'une force d'impulsion en avant, comme nous le verrons plus tard.

Et cette force d'impulsion paraît pouvoir être anéantie ou suspendue périodiquement et par accès. M. Magendie en a rapporté un exemple. Une jeune fille, présentée dernièrement à l'académie royale de médecine, est affectée d'une maladie nerveuse dont les attaques l'obligent à reculer assez rapidement, sans pouvoir éviter les obstacles, les précipices vers lesquels elle est poussée. Et M. Fodéra a vu, à la suite d'une chute sur l'occiput, une autre jeune fille atteinte d'accès convulsifs, consistant en mouvements irréguliers des membres avec renversement du corps et de la tête, tel qu'on l'observe chez les lapins. Elle mourut dans un de ces accès, d'un abcès dans le cervelet. Elle avait conservé toute son intelligence, et quoiqu'elle n'éprouvât pas de douleur, elle n'avait cessé d'avoir le pressentiment de sa mort.

L'opposition de ces deux forces antagonistes ne paraît exister que dans les mammifères et les oiseaux.

M. Magendie a découvert dans le cervelet un autre ordre de phénomènes, peut-être plus curieux encore.

Si l'on coupe l'un des pédoncules du cervelet à

un chat, à un lapin, à un chien, à un écureuil, etc., l'animal se met à rouler sur son axe du côté de la section, avec une vitesse qui peut aller au-delà de soixante révolutions par minute.

Le même effet arrive par toutes les sections verticales de toute l'épaisseur de l'arcade formée par le cervelet sur le quatrième ventricule, avec cette différence que les rotations sont d'autant plus rapides que la section est plus voisine des pédoncules.

Ces phénomènes peuvent durer huit jours sans s'arrêter, pour ainsi dire, un seul instant, et sans que l'animal semble souffrir. La rotation ne cesse que par un obstacle assez résistant contre lequel l'animal vient à s'appuyer. Ordinairement il s'arrête les pates en l'air, et mange dans cette attitude. Nous trouvâmes plusieurs lapins qui s'étaient pour ainsi dire ficelés d'une manière très-serrée, dans le foin sur lequel on les avait mis. Ils en étaient enveloppés de sept à huit tours l'un sur l'autre; tant est grand et continu l'effort de rotation.

Toutes les sections latérales sur le travers de la commissure du cervelet, produisent les mêmes phénomènes avec les mêmes circonstances, 1° de la rotation sur le côté blessé, et 2° d'une plus grande vitesse quand la section est plus voisine du pédoncule. Mais il n'est pas nécessaire que la commissure soit coupée dans toute son épaisseur pour que les phénomènes arrivent. Il suffit que sa surface soit seulement rayée, pour ainsi dire. Comme si la circula-

tion de la force dont nous allons parler, était aussi bien arrêtée par l'interruption de la surface que par celle de toute l'épaisseur de la commissure.

Si la section est faite verticalement, de manière à couper le cervelet en deux moitiés latérales égales, il n'y a plus de rotation. L'animal oscille de droite à gauche sans pouvoir garder d'aplomb; et si une oscillation plus forte lui fait faire une ou deux rotations, aussitôt il s'arrête et tourne autant de fois du côté opposé. Cet équilibre entre les deux tendances à des rotations en sens contraire, s'établirait-il aussi par la section du milieu de la commissure? M. Magendie n'a pu réussir à en faire la section sur la ligne médiane.

Il résulte évidemment de ces faits que deux forces antagonistes circulent par les deux demi-cercles latéraux que forment le cervelet et sa commissure; en voici la preuve. Si l'on coupe l'autre pédoncule du cervelet sur un animal actuellement en rotation, le mouvement cessera, et, de plus, l'animal aura perdu le pouvoir de marcher et de se tenir debout. La walse serait-elle déterminée par l'exercice isolé de l'une de ces forces, isolement qui a évidemment lieu par la section latérale de l'anneau que forment le cervelet et sa commissure?

La compression latérale du cervelet, de manière à éviter celle du lobe du quatrième ventricule, ne produit point d'assoupissement ni de douleur.

CHAPITRE IV.

INFLUENCES ET PROPRIÉTÉS DES LOBES OPTIQUES.

Cette paire de lobes, simples dans tous les ovipares et doubles dans tous les mammifères, grandit avec les développements du nerf optique et de la rétine. De plus, chez les ovipares il s'y creuse des cavités, et les parois de ces cavités se dédoublent en feuillets distincts selon le degré de ces développements du nerf et de la rétine. C'est le feuillet interne qui, par ses nombreuses complications, paraît surtout en rapport avec les perfectionnements de l'œil, et partant des sensations qui en dérivent. Ces dédoublements des parois du lobe et ces plicatures du feuillet interne n'existent que dans les poissons osseux; en même temps ces lobes y sont ordinairement aussi prédominants que les lobes cérébraux le sont chez les mammifères. Ces derniers lobes sont, au contraire, réduits au plus petit vestige de la couche optique. On verra au chapitre suivant qu'aucun des phénomènes du mouvement ne paraît, dans ces poissons, dépendre de ces lobes. Il est au moins douteux que quelques phénomènes d'instinct ou d'intelligence y résident encore. Et comme tous ces lobes, moins celui du quatrième ventricule, peuvent être à leur tour ru-

dimentaires ou même nuls, sans que pour cela les instincts, les industries manquent aux animaux, il est évident qu'alors, ces instincts doivent avoir leur siége dans les organes subsistants, et surtout dans ceux qu'un plus grand développement annonce avoir plus d'action. Comme enfin dans l'homme même, l'observation prouve une liaison plus intime entre les opérations intellectuelles et les phénomènes d'un sens principalement actif, tel que l'œil, par exemple, chez les sourds-muets; comme d'autre part on a vu que deux forces différentes, la conscience et la volonté, peuvent s'assembler dans un même organe, la moelle allongée; il y a lieu d'admettre que dans le segment cérébro-spinal d'un sens, la totalité ou une partie des forces intellectuelles peut y coïncider avec les opérations ordinaires à ce sens, et qui y sont ordinairement isolées. Dans cette hypothèse on conçoit quelle liaison plus intime doit alors assujettir l'intelligence aux impressions du sens dans le lobe cérébro-spinal duquel elle réside. Et telle me paraît être celle de tous les poissons osseux à lobes optiques très-développés.

La relation avec l'exercice de la vue, des forces qui résident dans ce lobe, est démontrée par deux sortes d'expériences, l'une directe et artificielle, l'autre pathologique et naturelle. La section d'un nerf optique, ou même la simple suspension de l'exercice d'un œil, entraîne, au bout de quelques

semaines, l'atrophie de la surface inférieure du lobe optique opposé d'un pigeon et la disparition de cette matière nacrée qui forme l'expansion rayonnée du nerf. Elle se reproduit avec l'exercice de l'organe. Cette expérience prouve de plus le croisement de la sensation optique.

Mais dans les mammifères la cessation de l'action et même la destruction d'un œil, n'entraîne aucune altération dans le volume ou la structure d'aucune des deux paires latérales de tubercules optiques (dits *quadri-jumeaux*). Les observations publiées par Nœthig et Sœmmering, sur des chats, des chiens, des chevaux, et sur l'homme, n'ont montré d'altéré alors que le volume de la partie postérieure de la couche optique. (*Scipt. nevr. min.*, t. 1.) Il en est de même des observations de M. Wrolik, et de celles qu'a faites M. Magendie.

Cette inaltérabilité du volume et de la stucture du lobe optique des mammifères par la cécité ou même par la destruction de l'œil, prouve que ce lobe a d'autres usages que celui de réagir sur les sensations de la vue. Aussi la cécité naturelle des taupes, des chrysochlores, du zemni, etc., ne coïncide-t-elle nullement avec l'état rudimentaire de ce lobe. Les lobes optiques n'y sont que très-peu plus petits que dans d'autres animaux d'une même taille et de genre voisin. Comme pour les oiseaux, il paraît que ce qui peut y subsister d'action optique ré-

side à la surface, car on peut, sur des lapins, sur des chiens, etc., enlever les quatre mamelons de ces lobes sans qu'il en résulte de trouble dans les mouvements; les agitations ne surviennent qu'en pénétrant un peu profondément. On peut même enlever la moitié supérieure de l'épaisseur des lobes optiques, sans que la course rectiligne soit interrompue. Sur un animal privé de cerveau, l'influence des couches optiques sur le mouvement, ne se transmet donc que par les fibres qui traversent la base des lobes optiques. Les effets de la blessure des lobes optiques sont donc neutralisés sur un mammifère, à qui il ne reste plus au-devant que les corps striés. Les convulsions exigent une blessure plus profonde des fibres de cette base; encore n'est-ce que relativement au mouvement circulaire des mammifères et des oiseaux, puisqu'il s'est trompé de côté pour les reptiles.

Un phénomène plus singulier et qui implique une influence très-énergique de ces lobes sur la direction des mouvements, c'est que, si l'encéphale est entier, la blessure du lobe optique, surtout à sa base, enrtaîne irrésistiblement l'animal dans une course ou dans un vol circulaire ou de manège, sur le côté dont on a blessé le lobe. Le phénomène est inverse chez les grenouilles et les serpents : ils tournent sur le côté opposé au lobe blessé. Je me suis assuré que ce mouvement circulaire, en sens opposé, chez les mammifères et les oiseaux, d'une

part, et chez les reptiles, d'autre part, dépendait d'une force directe et nécessaire, car, après la destruction successive des deux yeux, l'animal continue de tourner du même côté qu'auparavant. Mais par leur construction le mouvement circulaire n'est plus qu'une déviation sur une courbe qui n'appartient plus à un cercle, dans les serpents, et qui est très-excentrique dans les grenouilles et les crapauds. Le même phénomène s'exécute aussi du même côté que la blessure, dans les mammifères, quand par le quatrième ventricule on a coupé le cordon inférieur de la moelle en dehors de la pyramide (1).

Dans les mammifères et les oiseaux, la blessure du lobe optique entraîne la cécité de l'œil du côté opposé, l'iris restant mobile chez ces derniers (2). Dans les grenouilles, c'est au contraire celle de l'œil correspondant.

L'on connaît l'influence spéciale de la belladone sur la vue. On a prétendu que son action se passait toute entière dans les lobes optiques, qu'après l'expérience on aurait trouvés colorés en rouge; le

(1) Ce manège des mammifères et des oiseaux, sur le côté blessé du lobe optique, a été découvert par M. Flourens. C'est la seule de ses expériences que nous ayons trouvée exacte. Mais il a imaginé le même résultat dans les grenouilles et autres reptiles, où le phénomène est justement inverse.

(2) On verra, liv. V, que les causes de la mobilité de l'iris, sont ailleurs que dans le nerf optique, où les suppose M. Flourens.

fait est faux. La belladone ne laisse à la surface ou dans l'épaisseur de ces lobes aucune trace de son action.

CHAPITRE V.

INFLUENCES ET PROPRIÉTÉS DES LOBES CÉRÉBRAUX.

D'après Sœmmering, Ebell, Vicq-d'Azyr, Gall et Tiedemann, on avait cru jusqu'ici que le nombre et la perfection des facultés intellectuelles croissaient ou diminuaient comme le volume des lobes cérébraux.

Mais Daubenton et Buffon avaient déjà observé que le cerveau de plusieurs sapajous est plus grand à proportion que celui de l'homme. Et ces sapajous, loin de surpasser en intelligence, soit les espèces du même genre, soit les différentes espèces de singes de l'ancien continent à cerveau moins volumineux, leur sont au contraire de beaucoup inférieurs. Sans donc introduire l'homme dans la comparaison, on voit que le volume du cerveau ne donne pas une mesure de l'intelligence. Ensuite, chez une même espèce, dans l'homme en particulier, ce ne sont pas les individus à plus grosse tête, ou, ce qui est la même chose, à plus gros cerveau (même quand ce cerveau n'est pas creux, comme chez les hydrocépha-

les), qui sont le plus remarquables, soit par l universalité, soit par la supériorité spéciale de leur esprit (1).

Tous ces faits sont d'une évidence populaire. Ils repoussent donc le rapport en question.

Le volume de la tête représente assez bien le volume du cerveau dans l'homme, et en effet l'épaisseur de la voûte du crâne y est en général à peu près partout uniforme. Si le volume du cerveau donnait la véritable mesure de l'esprit, elle pourrait donc s'exprimer par le volume de la tête.

Mais cette proportion de volume, du crâne au cerveau, disparaît chez la plupart des mammifères, chez beaucoup d'oiseaux, et chez tous les reptiles et poissons sans exception.

Dans l'hypothèse de l'exactitude et de la constance de cette proportion, Camper, observant qu'il y a un rapport assez général entre ce développement du contour extérieur du crâne, et la grandeur de l'angle que fait la ligne tangente au point

(1) Je pourrais citer un certain nombre d'hommes connus, aussi remarquables par la grosseur de leur tête que par la lourdeur de leur esprit ou la médiocrité de leurs talents. J'en pourrais citer bien d'autres, d'une supériorité ou d'une universalité d'esprit bien décidées, et dont la tête est plutôt petite que grosse.

A plus forte raison, les cheveux, plantés un peu plus haut, un peu plus bas, sur le front, ne font-ils rien à l'esprit et aux talents, comme on a l'air de le croire d'après la mode.

le plus saillant du front et aux incisives moyennes, avec la ligne qui divise également le plan passant par les trous auditifs extérieurs et le bord inférieur de l'ouverture des narines, avait proposé cet angle pour mesure du rapport, c'est-à-dire, de l'intelligence elle-même. Et il appela cet angle, *angle facial*. Mais assez souvent cette mesure ne pouvait qu'à peu près, même dans l'homme, exprimer la proportion du cerveau, car elle suppose les contours intérieurs du crâne parallèles à ses contours extérieurs. Or, ce parallélisme n'existe pas dans beaucoup d'individus. Les sinus creusés dans l'épaisseur du frontal, derrière et au-dessus des sourcils, se propagent quelquefois outre mesure, se continuent sur la ligne médiane, et donnent au front une grande proéminence en avant du cerveau. Dans les autres mammifères, l'angle facial devient une mesure bien plus infidèle encore.

Chez eux, dans l'éléphant et parmi les oiseaux, dans la chouette et le hibou, animaux à qui le volume de leur crâne et la proéminence de leur front faisaient attribuer une certaine supériorité intellectuelle, la table interne du crâne est écartée de l'externe d'une quantité qui équivaut au quart chez les oiseaux, et chez l'éléphant, aux deux cinquièmes du diamètre total du crâne.

On voit donc que dans tous les cas semblables, ou à peu près, à ceux que je viens de rapporter, pour que l'angle facial mesurât la grandeur du cer-

veau, il faudrait en diriger le côté supérieur à travers la face, de manière à ce qu'il vînt toucher le point le plus saillant en avant du contour intérieur du crâne, ou de la surface correspondante du cerveau; ce qui est la même chose, puisque le cerveau est à peu près juxta-posé à ce contour. Mais dans ce trajet, une grande partie de la face se trouverait exclue, et l'on ne pourrait rien conclure du résultat, puisque une quantité indéterminée de l'un des termes du rapport serait ainsi retranchée.

L'angle facial ne peut donc mesurer la proportion d'intelligence des animaux. Il ne doit plus servir qu'aux artistes pour exprimer, d'après nos idées sur le beau, le degré de majesté de la figure humaine, et la mettre en proportion avec la supériorité de nature ou du génie que l'on attribue aux hommes et aux divinités exposés, par la politique et la religion, à la vénération du peuple.

Observant que plus les organes des sens sont développés, plus la proportion de la face au crâne augmente, et réciproquement pour le crâne quand les organes cérébraux dominent; observant d'autre part que les proportions de l'angle facial n'exprimaient pas ces rapports de grandeur, M. Cuvier avait proposé pour mesure de ces rapports, ou de l'intelligence, la différence que présente l'*aire de la capacité du crâne* avec l'*aire de la face*.

Si le volume de l'encéphale était en proportion

de l'intelligence (et l'exemple des singes américains prouve le contraire), ce nouveau rapport entre les aires du crâne et de la face, ne serait pas encore à beaucoup près une mesure approximative de l'intelligence. Car dans aucun poisson, dans beaucoup de reptiles, jamais l'encéphale ne remplit le crâne; il occupe ordinairement moins que la moitié de sa cavité. Dans les tortues l'aire de la coupe verticale de l'encéphale est plus d'un tiers moindre que l'aire de la cavité cérébrale; et dans les poissons, soit osseux, soit cartilagineux, la disproportion est constamment plus grande encore. Ce rapport ne peut donc pas, plus que le précédent, servir de mesure à la proportion d'intelligence des animaux.

Or, l'observation successive de tous les animaux vertébrés montre dans la structure de leur cerveau un mécanisme qui se complique ou s'accroît, diminue ou disparaît selon l'augmentation et le perfectionnement, ou bien selon la diminution de leur intelligence. Ce mécanisme résulte du plissement de la membrane des hémisphères du cerveau.

Jusqu'ici on n'avait cherché dans ce plissement qu'un usage tout à fait étranger aux conditions de l'intelligence, et fondé uniquement sur une erreur et même un contre-sens de mécanique. M. Magendie le premier, en 1816, a soupçonné l'usage de ce plissement. « Il serait curieux, dit-il (t. I, » *pag.* 163, *du précis élém. de physiol.*) de re-

» chercher s'il n'existe pas un rapport entre le » nombre des circonvolutions, et la perfection » ou l'imperfection des facultés intellectuelles, » entre les modifications de l'esprit et la disposi- » tion individuelle des circonvolutions cérébrales. »

Voici d'abord les usages qu'on avait attribués à ce plissement.

Sœmmering, après avoir observé (chap. 35) que ces circonvolutions sont moins nombreuses et moins profondes dans le fœtus humain à terme, que dans l'adulte, différence qui correspond pourtant si bien à celle de l'activité intellectuelle de ces deux époques, revient (chap. 100) sur l'usage de ces circonvolutions, et dit qu'il est évident que les circonvolutions n'ont d'autre résultat que de faire pénétrer plus commodément les vaisseaux dans le cerveau.

Pour peu qu'on ait injecté ou vu injecter des cerveaux humains de différents âges, on sait qu'au cerveau comme partout ailleurs, le nombre et le volume des rameaux de troisième et de quatrième ordre, sont d'autant plus grands que l'âge est plus rapproché de la naissance et même de la conception. Si donc tel était l'usage des circonvolutions cérébrales, elles devraient être plus formées chez le fœtus que chez l'adulte. Or au contraire, plus on remonte vers le temps de la conception, et moins on trouve de circonvolutions. Le cerveau ne commence à se plisser qu'à la fin du sixième ou au

commencement du septième mois. La profondeur et le nombre de ces circonvolutions augmentent progressivement après la naissance. La supposition est donc en contradiction avec les faits.

Et de plus, elle est un contresens de mécanique. Car les changements de direction qu'entraînent les angles et les courbures des plis du cerveau et des lames du cervelet, ralentissent d'autant la vitesse du cours du sang, qui, en définitive après toutes ces pertes de sa force initiale, n'en doit pas moins, pour pénétrer dans la substance blanche, traverser l'enveloppe de matière grise, aussi épaisse et aussi résistante au fond des plis qu'à leur sommet. La forme du cerveau la plus favorable à la pénétration du sang est donc celle où ces causes de ralentissement n'existent pas, c'est-à-dire une courbure régulière, comme dans les rongeurs, les oiseaux, et les lobes optiques ou autres des poissons.

Or, ainsi que M. Cuvier l'avait déjà observé, tous les animaux le cèdent à l'homme pour la profondeur des circonvolutions. Sœmmering (chap. 35) dit avoir observé qu'elles sont plus profondes dans un grand que dans un petit cerveau. L'étendue des surfaces développées par les plis, est donc en raison de la grandeur du cerveau, du nombre et de la profondeur de ses plis. Or, comparant la grandeur du cerveau à la grandeur du corps dans tous les animaux, on trouve constamment que l'é-

tendue de ses surfaces est proportionnellement et même absolument plus grande dans l'homme que dans aucun autre animal. Le dauphin a bien des circonvolutions au moins aussi nombreuses que celles de l'homme, mais elles sont moins profondes. Et comme son cerveau est relativement à la masse de son corps moitié plus petit que celui de l'homme, la part d'intelligence indiquée par le calcul des surfaces de son cerveau est beaucoup plus près de la réalité, à l'égard de l'homme (car on n'a aucune information sur les facultés des cétacés), que celle conclue des autres rapports qui produisent les contradictions les plus choquantes. Or, le dauphin est, après l'homme, l'animal qui a le plus de circonvolutions.

En 1821 (*Icon. cereb. Simiar., et quorumdam mammal. rarior. Heidelberg:* in-fol. avec 5 *pl.*) M. Tiedemann a décrit et figuré très-exactement dans plusieurs mammifères, depuis les singes jusqu'aux rongeurs et aux édentés, la diminution progressive, jusqu'à disparition totale, des plis du cerveau, et la réduction numérique, aussi progressive, des lames du cervelet. Or, ce progrès, dont je ne rapporterai pas ici les détails, bien mieux exprimés par des figures que par les plus minutieuses descriptions; ce progrès est le même que celui de la diminution de l'intelligence, que celui de la stupidité. Dans les chiens, et surtout dans les chiens

de chasse, les circonvolutions, eu égard à la petitesse relative de leur cerveau, ne sont guère moins nombreuses et profondes que dans les singes et même l'homme. J'ai observé avec étonnement la profondeur des plis dans l'espèce de guenon dite *Mangabey* sans collier; mais ils y sont moins nombreux que dans le chien braque et le chien barbet. Dans deux espèces de macaques dont Tiedemann a représenté les cerveaux (*sim. Nemestrina* et *Rhesus*), la disposition de ces plis est uniforme, avec de légères différences pour les courbures, d'une espèce à l'autre. Le callitriche, espèce de guenon, genre voisin des macaques, en diffère peu sous ce rapport. Dans le sajou, *sim. capucina,* le plan n'est plus le même, les plis ont moins de longueur, mais, surtout, ils sont presque superficiels. Dans le ouistiti je n'ai plus trouvé de plis, et seulement trois lames au cervelet. Or, l'intelligence bien connue des ouistitis ne diffère guère de celle des écureuils, dont ils ont les mœurs et même la physionomie. Il faut de plus observer que le cerveau du ouistiti et du saï sont relativement plus volumineux que dans l'homme. Or; dans les exercices auxquels les bateleurs emploient ces sapajous et les singes de l'ancien continent, on voit que ceux-ci sont bien plus susceptibles d'instruction, et partant plus intelligents que les autres.

Dans toutes les espèces du genre félis le plissement ne forme, à chaque hémisphère, que deux

sillons parallèles et longitudinaux. Quelques petites dépressions existent seulement sur la partie du lobe en dehors du sillon extérieur. Cette uniformité du nombre et de la direction de ces sillons dans toutes les espèces observées de ce genre, où les instincts, les mœurs et les habitudes sont si semblables qu'elles ne diffèrent que par la taille et les couleurs, est une forte raison de croire que cette ressemblance morale tient à la similitude de l'organisation du cerveau.

Aussi, dans les divers exercices auxquels on dresse et les chats et les chiens, éprouve-t-on une grande différence de docilité et de susceptibilité à apprendre, différence tout entière à l'avantage de ces derniers. Or, les plis de leur cerveau sont au moins six à huit fois plus nombreux que ceux des chats. Et j'ai déjà dit que parmi les chiens j'ai vu le cerveau des barbets, des braques et des épagneuls plus plissé que celui des chiens de rue et des mâtins. A compter des sarigues si stupides, parmi les carnassiers, les édentés, les tatous, les paresseux, les rongeurs n'ont plus de plis à leur cerveau. C'est une membrane réfléchie sur une courbe régulière, comme au troisième et quatrième mois de l'embryon humain. On ne remarque plus à sa surface que quelques impressions superficielles des vaisseaux qui se divisent dans la pie-mère. Or, dans plusieurs de ces rongeurs, comparés à beaucoup

de carnassiers, comme dans les singes américains comparés à ceux de l'ancien continent, le cerveau offre un excès relatif de volume, mais les surfaces en sont moins étendues que celles qui sont développées par le plissement plus ou moins profond et multiplié des cerveaux plus petits de ces carnassiers et de ces singes.

Ensuite, dans tous les cas d'idiotisme, le nombre et la profondeur des plis du cerveau sont moindres qu'à l'ordinaire, au moins d'un côté du cerveau si ce n'est de tous deux. Malacarne avait déjà observé des idiots où le nombre des lames du cervelet était plus de moitié moindre que chez des individus où l'intelligence était saine. Enfin, dans les folies anciennes, les circonvolutions, plus ou moins effacées, sont écartées l'une de l'autre par l'épaississement des feuillets de pie-mère alors infiltrée d'une sérosité plus ou moins consistante. Et comme la boîte du crâne reste inextensible, on voit que le volume et le nombre des circonvolutions doivent nécessairement diminuer. L'étendue totale des surfaces cérébrales diminue donc plus ou moins vite, avec le temps, dans les folies anciennes, comme il arrive aux plis du nerf optique, et de la rétine des oiseaux, de s'effacer par l'inaction de l'organe. Or, cette disparition des plis par inaction de l'organe, dans la rétine qui peut de-

venir jusqu'à cinq ou six fois plus petite, et dans le cerveau, est un phénomène du même genre.

Le nombre et la perfection des facultés intellectuelles dans la série des espèces, et dans les individus de la même espèce, sont donc en proportion de l'étendue des surfaces cérébrales.

L'anatomie pathologique prouve que les facultés ou forces intellectuelles résident ou se passent aux surfaces mêmes du cerveau, comme les irritations du mouvement et du sentiment se transmettent par les surfaces de la moelle et des nerfs.

Dans les inflammations de la pie-mère, connues sous le nom de *frénésie*, *d'arachnitis*, de *fièvre cérébrale*, il y a constamment altération, ou même abolition complète des facultés intellectuelles et même de la connaissance. Le délire, dit M. Martinet (page 105 du *Traité de l'arachnitis*) paraît se lier avec l'arachnitis non suppurée de la convexité des hémisphères du cerveau et du cervelet; il paraît appartenir davantage aux jeunes sujets et à ceux chez lesquels la réaction est le plus fortement prononcée; il ne se rencontre presque jamais avec l'inflammation de la base. Les recherches les plus scrupuleuses n'ont pu démontrer de rapport entre telle ou telle région enflammée de l'arachnoïde de la convexité, et tel caractère particulier du délire.

Le coma ou assoupissement au contraire, dit-il page 101, a lieu de préférence dans l'arachnitis de

la base, vers l'entrecroisement des nerfs optiques et le voisinage de la protubérance annulaire. Or, dans tous les cas de ce désordre, de cette abolition de l'intelligence si promptement suivis de lamort, la surface seule du cerveau est enflammée, adhérente à la pie-mère, et les feuillets de la pie-mère sont adhérents entre eux. En outre, cette surface du cerveau et les mailles du réseau de cette pie-mère sont agglutinés par une sérosité ou gelée consistante, qui existe quelquefois à la surface même de l'arachnoïde. L'intérieur de l'organe, c'est-à-dire la substance fibreuse blanche qui en forme toutes les profondeurs, est dans une intégrité parfaite.

Réciproquement chez des individus où l'on n'avait pu observer le moindre dérangement d'esprit, l'on trouve inopinément après la mort, des amas de sérosité occupant des espaces plus ou moins grands de la profondeur du cerveau. Dans les paralysies du mouvement ou du sentiment, ou de ces deux propriétés ensemble, à la suite d'épanchements de sang par rupture dans la masse cérébrale, ou par suite d'inflammations suppurées, spontanément survenues dans des étendues plus ou moins grandes de cette masse, on n'observe le plus souvent aucun dérangement d'esprit.

Les facultés intellectuelles sont donc non-seulement en proportion avec l'étendue des surfaces cérébrales, et de plus elles ne se produisent qu'aux

surfaces, et non dans la profondeur du cerveau. Car, il n'y a pas de liaison entre le dérangement de l'intelligence et l'altération matérielle de ces parties; tandis qu'au contraire cette liaison est constante avec les altérations matérielles de cette surface.

Il ne peut donc y avoir d'autre mesure de l'étendue et de la perfection des facultés intellectuelles, que la quantité relative du plissement des surfaces cérébrales, ou, ce qui est la même chose, l'étendue de ces surfaces. J'ai le premier proposé ce rapport (*journ. compl. du dict. des sec. med.*, septembre 1822, et Mém. lu à l'Institut le 8 août précédent).

Mais il n'y a aucune relation entre cette quantité du plissement du cerveau et l'étendue ou la figure de la boîte cérébrale, puisqu'un cerveau très-volumineux peut avoir cinq ou six fois moins de surfaces qu'un cerveau plus petit de deux tiers. L'examen fait sur l'individu vivant, indépendamment de l'expérience même des facultés, ou bien l'examen de son crâne, soit quant à la figure, soit quant à la différence de son aire avec l'aire de la face, ne peuvent donc rien apprendre sur la quantité du plissement, ou, ce qui est la même chose, sur la proportion de l'intelligence, qui n'a d'autre mesure proportionnelle que ce plissement même. Les animaux où les

contours de l'encéphale dessinent les mêmes courbures que la table interne du crâne, c'est-à-dire, où le cerveau n'est pas plissé, et où la surface interne du crâne représente justement celles du cerveau, doivent être exceptés; tels sont la plupart des rongeurs, des édentés, et tous les oiseaux. A ces seuls animaux peut s'appliquer la proportion de l'aire du crâne à celle de la face. La figure de leur crâne ne peut fournir aucune donnée, puisqu'on a vu au livre premier que les saillies extérieures ne répondent pas à des concavités intérieures.

Il ne peut donc y avoir en-deçà des limites, soit d'une extrême petitesse, soit d'une extrême déformation, de signes extérieurs certains de l'étendue et de la perfection des facultés intellectuelles.

Y a-t-il un rapport entre une faculté ou un penchant donné et un endroit particulier de la surface du cerveau, ou bien entre cette même faculté et le développement plus ou moins considérable des plis de cet endroit? c'est l'opinion de Gall et de Spurzheim; et cette conjecture me semble plausible. Mais les démonstrations qu'ils en ont données sont loin d'être concluantes, puisqu'elles ne reposent que sur la configuration extérieure des crânes; et comme je n'ai pu me procurer aucun fait personnel un peu concluant à cet égard, je n'en parlerai pas.

Toutefois un certain nombre de faits observés

dans des apoplexies, prouvent que la faculté du langage, non-seulement a un siége déterminé et limité dans le cerveau, mais de plus, que ce siége général est subdivisé lui-même en siéges partiels pour les forces spéciales de cette faculté.

Ainsi le médecin Broussonnet, à la suite d'une apoplexie, perdit la mémoire des noms propres et des substantifs, quoiqu'il eût conservé toute entière celle des mots relatifs aux qualités, celle des adjectifs et des verbes. Cet exemple, et d'autres semblables, prouvent que la perte de la parole peut être indépendante de toute altération des organes mécaniques de la voix. En effet, dans ces cas d'abolition partielle de la parole, la langue et le larynx n'ont rien perdu de leur mobilité. (Cela ne veut pas dire que la perte de la parole ne tienne quelquefois à la paralysie des organes de la voix.) Alors, tout en conservant la mémoire du sens des mots, tout en pouvant même encore prononcer des monosyllabes, la faculté d'articuler tous les autres mots est perdue. Ainsi M. Spurzheim a vu deux hommes comprenant tout ce qu'on leur disait, mais ne pouvant trouver la prononciation des mots nécessaires, et ne répondant que par oui ou par non. Quelquefois encore, le discernement des mots est seul perdu, et ceux qui sont employés n'ont aucun rapport au sujet. Dans tous ces cas, l'intégrité des organes mécaniques de la voix est évidente. On a même vu des malades

répondre à une question, qu'ils la comprenaient, qu'ils savaient ce qu'il fallait répondre, mais qu'ils n'en pouvaient trouver les termes. Or, dans tous ces cas, la partie antérieure de l'hémisphère cérébral était altérée. M. Spurzheim a le premier indiqué ces rapports de la faculté du langage avec la partie du cerveau qui repose sur la voûte de l'orbite.

Il est très-vraisemblable, d'après cet exemple, que les diverses facultés ont chacune un siége spécial. Mais il est évident que ce siége ne peut être connu que par les moyens qui ont indiqué celui du langage. C'est dans l'observation des aliénés qu'il faut donc chercher cette source de connaissances. La stérilité, en résultats pareils, de tous les écrits publiés jusqu'ici sur la folie, prouve, non pas que telle ou telle aliénation n'est pas produite par l'altération d'une partie donnée du cerveau, mais seulement que les auteurs ne connaissent pas l'anatomie de cet organe. Et, effectivement, les plus renommés de ces écrits fournissent les plus déplorables preuves de cette ignorance. Il y a plus : on y va jusqu'à dire que l'anatomie du cerveau ne sert à rien, ni pour connaître ni pour guérir la folie.

L'exemple des apoplexies et des paralysies, prouve aussi que les lobes cérébraux correspondent avec les sensations tactiles et le mouvement musculaire du côté qui leur est opposé.

Mais il n'y a aucun rapport entre un point donné, soit de la surface, soit de l'épaisseur du cerveau, et la paralysie totale ou partielle du mouvement ou de la sensibilité, ou de ces deux facultés ensemble, dans le côté opposé. M. Martinet (op. cit.) a constamment trouvé dans les arachnitis, où il y avait eu hémiplégie ou commencement de paralysie d'un côté du corps, un épanchement sur la convexité de l'hémisphère opposé, soit que cet épanchement fût borné à ce seul hémisphère, soit qu'il fût seulement plus abondant de ce côté. C'est surtout dans l'arachnitis par cause externe, par chocs au crâne, par exemple, qu'il a remarqué ce phénomène, qui paraît dépendre de la plus grande quantité de pus épanché dans ces sortes d'arachnitis, souvent bornées à un seul côté de la tête. Mais comme il a vu aussi des épanchements plus bornés, n'avoir pas coïncidé avec des hémiplégies, il s'ensuit que si l'hémiplégie suppose du côté opposé un épanchement suffisant, tout épanchement partiel n'est pas nécessairement suivi d'hémiplégie.

Or, l'hémiplégie arrive constamment plus ou moins complète et plus ou moins durable, toutes les fois que le moindre épanchement se fait dans l'épaisseur des couches fibreuses du cerveau. Dans ce cas il arrive, comme dans celui des épanchements toujours bien plus considérables de la surface, que les fibres voisines de l'épanchement

sont comprimées, et en outre que des fibres plus ou moins nombreuses, dans la continuité et l'épaisseur desquelles s'est fait l'épanchement, sont rompues. Cette rupture et cette compresssion arrivent également dans le cas des inflammations locales de la masse fibreuse blanche, que ces inflammations soient ou non suivies de suppuration. Et alors, selon l'intensité de la maladie et l'étendue de son siége, on observe des altérations proportionnées du mouvement et de la sensibilité (voy. Lallemant, *lettres sur l'encéphale*, *passim*). Or, dans tous ces cas de paralysie, les fibres blanches sont seules altérées, soit par rupture, soit par désorganisation suppurative, soit par simple compression. L'usage des couches concentriques si nombreuses de fibres blanches ou médullaires, formant la plus grande partie de la masse cérébrale, est donc relatif aux facultés de la locomotion et à la perception du toucher et du tact général.

Et comme il y a de ces fibres qui ne traversent que les couches optiques seulement, d'autres les couches optiques et les corps striés, que d'autres fibres encore ne se prolongent pas inférieurement au-delà de ces deux masses, lesquelles sont continues avec toutes les fibres qui viennent, soit des réseaux de la moelle allongée, soit des pyramides, il y avait lieu de supposer que les propriétés de ces deux masses inférieures du cerveau, n'étaient

pas relatives aux mouvements et à la sensibilité des mêmes parties. Et en effet les expériences vont montrer que les corps striés et les couches optiques agissent différemment sur les mouvements des membres et du tronc, sans toutefois qu'alors la sensibilité soit aucunement altérée.

Il est évident que le corps calleux ou la grande commissure du cerveau n'a point de rapport ni avec les paralysies ni avec l'intégrité des facultés en question dans aucune des paires de membres, car cette commissure n'existe pas dans les animaux, qui font de l'une de ces paires de membres ou de toutes deux successivement, l'usage le plus continu et le plus violent. Tels sont les palmipèdes grands voiliers parmi les oiseaux. Les albatrosses, par exemple, s'éloignent à cinq ou six cents lieues de toute terre, de tout écueil connu où ils puissent se reposer. Les oies, les grues, tous les oiseaux de passage qui entreprennent de longs voyages; les oiseaux de proie qui ont un vol si rapide, tous ces oiseaux, comme le reste de leur classe, et tous les ovipares sans exception, manquent de commissure à leurs hémisphères. En outre dans l'homme même, Reil (*archiv. fur die physiol.* t. II, *p.* 341) a vu toute la partie moyenne du corps calleux manquer entièrement, dans une idiote de trente ans, bien portante d'ailleurs jusqu'à sa mort, et qui faisait les petites commissions de son village à la ville voisine. Cette femme mourut d'apo-

plexie. Les deux hémisphères du cerveau ne communiquaient que par les commissures antérieure et postérieure. Toute la ligne de la face plane et interne des hémisphères, par où le corps calleux aurait dû pénétrer dans leur profondeur, était couverte de circonvolutions comme leur convexité. Aux circonvolutions près, c'était le cerveau d'un oiseau ou d'un reptile. Et cette femme n'était pas moins dispose de tous ses membres, que si les deux lobes de son cerveau avaient été en communication par leur grande commissure. Enfin M. Martinet m'a dit avoir observé un certain nombre d'altérations, de destructions partielles du corps calleux et de la voûte à trois piliers, étendues jusqu'à une certaine profondeur dans les hémisphères, sans qu'il y eût eu simultanéité d'aucun accident de paralysie. De ces faits d'anatomie comparée et d'anatomie pathologique, il suit donc que le corps calleux n'a point d'action sur les mouvements ni sur la sensibilité d'aucune partie du corps. Mais comme le corps calleux n'existe que dans les mammifères, tous supérieurs aux ovipares pour l'intelligence; comme le corps calleux grandit en raison de l'étendue de la menbrane nerveuse des hémisphères et de leur plissement, mécanisme qui lui-même correspond pour le degré aux facultés intellectuelles; comme enfin l'idiotisme, dans l'exemple cité tout-à l'heure, coïncidait avec l'absence de corps calleux; il suit que

l'usage de cette grande commissure est très-probablement relatif aux seules facultés intellectuelles, soit parce qu'en faisant communiquer les hémisphères, il est un moyen de concert dans leurs actions, soit parce qu'il peut faire participer un lobe plus faible aux effets des actions d'un autre lobe plus fort.

La voûte n'étant réellement que la continuation du corps calleux, et formant la commissure des circonvolutions postérieures et inférieures, comme il forme celle des antérieures et supérieures, ses fonctions doivent être analogues. En effet, elle n'existe, comme lui, que dans les mammifères.

On connaît depuis long-temps la pesanteur spécifique de la masse cérébrale ; et comme cette substance paraît partout homogène, en comparant à elles-mêmes la partie blanche et la partie grise ou corticale, il est à croire que cette pesanteur est uniforme pour toutes les régions de la masse. Elle est à l'eau comme 10,310 : 10,000.

Or, (1) j'ai reconnu que cette pesanteur n'était pas constante dans tous les états ni à tous les âges de la vie. Dans les marasmes au dernier degré, à la suite de maladies soit aiguës, soit chroniques, chez les sujets jeunes ou adultes, la persistance du

(1) De l'état du système nerveux sous les rapports de volume et de la masse dans le marasme non sénile, etc., lu à l'Institut. *Journal de physique, juin* 1820. Ce travail fait en 1815 (j'avais alors vingt ans), ne fut donc pas *provoqué par le prix proposé pour* 1821 dans une illustre académie.

volume des nerfs au même degré que dans l'état d'embonpoint ordinaire, et le contraste de cette persistance avec la diminution des muscles, me conduisirent à penser qu'alors le système cérébro-spinal persistait aussi dans son intégrité antérieure à la maladie. Dans la vieillesse au contraire, le raccornissement et la diminution de volume simultané des nerfs et des autres tissus, me fit soupçonner qu'alors le cerveau diminuait de volume. Ce qui supposait le retrait des parois du crâne, car le cerveau remplit aussi exactement sa cavité dans la vieillesse que dans les autres âges. Mais alors dans le marasme des jeunes sujets, il se pouvait que l'état de plénitude du crâne en imposât, et que les parois eussent, comme dans le vieillard, suivi l'encéphale amaigri. Quoique cet amaigrissement du cerveau des adultes et ce retrait de leur crâne fussent peu vraisemblables, attendu l'intégrité coëxistante des nerfs, et la rapidité de la marche de quelques marasmes qui parviennent en deux ou trois semaines au dernier degré, voici comme je m'assurai contre cette cause d'erreur.

Au début de phlegmasies qui devinrent chroniques, j'avais mesuré la circonférence occipito-frontale du crâne. Or, par la comparaison de ces mesures avec celles que j'obtenais après la mort, je les trouvai identiques. Il en résultait donc identité de volume du crâne, et partant du cerveau.

Mais le volume du cerveau pouvait être resté le

même, et le poids avoir diminué. Et dans ce cas, il était évident que l'effet du marasme serait représenté par la différence entre le poids après la mort et le poids au début de la maladie.

Cette comparaison étant impossible dans le même sujet, je comparai, sous des volumes hydrostatiques égaux, le poids de parties cérébrales analogues, prises les unes sur des sujets exténués par le marasme, les autres sur des sujets d'âge et de tempérament semblables, morts dans un état d'embonpoint sensiblement ordinaire.

Le résultat de ces expériences sur des sujets jeunes ou adultes au-dessous de quarante ans, m'a toujours donné égalité de poids spécifique. J'ai déjà dit que le marasme des jeunes gens et des adultes n'altérait pas le volume des nerfs.

Il en résulte donc que le système nerveux conserve son intégrité de volume et de masse au milieu des autres tissus diminués sous le même rapport. C'est surtout le système musculaire que diminue le marasme. La contractilité des muscles en est affaiblie. Les fonctions sensitives offrent au contraire le plus souvent une extrême exaltation, une vive susceptibilité. Il y a donc ici étroite dépendance entre l'action des muscles diminuée et la susceptibilité des sens et du cerveau accrue d'une part, et l'état inverse des muscles et des nerfs d'autre part. Les phénomènes nerveux que présentent les derniers temps de la vie dans le marasme et le commen-

cement des convalescences après les maladies qui en sont suivies, tiennent donc à la prédominance de masse, et partant d'activité du système nerveux sur les autres systèmes plus ou moins appauvris.

Cette conclusion est facile à vérifier par des expériences, semblables aux précédentes, sur le cerveau de vieillards septuagénaires et au-delà. Comme chez eux, les nerfs et la moelle épinière sont plus ou moins atrophiés, et comme le cerveau tout en conservant en apparence l'intégrité de sa masse partage la lenteur et l'affaiblissement survenus dans les fonctions des autres organes nerveux, il suit que la cause de cette abolition doit être identique, et que le cerveau comme les autres organes nerveux doit diminuer de volume et de masse.

Comme on ne pourrait qu'en rapprochant des mesures prises à des époques très-éloignées, comparer à lui-même le volume du crâne d'un même individu; comme on ne peut non plus avec utilité comparer ces volumes sur des vieillards et des adultes, il faut substituer la comparaison des masses à celle des volumes qui ne serait possible que par des mesures prises à des époques très-distantes. Ce que je ne fis pas alors, et ce que je n'ai pas fait depuis. La comparaison des masses me semble même plus concluante que celle des volumes. Car la masse étant le produit du poids par le volume, les erreurs possibles par l'emploi du dernier facteur seul, sont alors nécessairement corrigées.

Or, on trouve par la balance hydrostatique, que la densité dans les vieillards au-delà de soixante-dix ans, est d'un vingtième à un quinzième moindre que dans les adultes. Sous volume égal, il y a donc moins de molécules; par conséquent la nutrition n'y est plus la même

En même temps, les fibres cérébrales prennent plus de dureté et de cohésion, moins de sang peut y pénétrer. Et comme M. Chevreul vient de prouver que la matière nerveuse existe toute formée dans le sang, comme elle ne fait que se déposer en passant par le cerveau, on voit que de la diminution et du nombre et du calibre des vaisseaux, il résulte que moins de sang passe par le cerveau, et que moins de matière nerveuse s'y dépose. Il est même très-vraisemblable que cette diminution de volume et de la masse du cerveau et de tout le système nerveux dans les vieillards, tient à ce que la matière nerveuse ne se produit plus aussi abondamment dans le sang, qui, peut-être, finit par n'en plus charrier du tout. On ne sait pas si les circonvolutions diminuent d'ampleur dans la vieillesse, comme elles vont en augmentant de la naissance à l'âge de l'adolescence.

Aux diverses époques de la vie d'un même animal, tout comme dans les divers degrés de chaque embranchement des animaux, il y a donc rapport direct entre la masse des organes, leur activité ou leurs forces, et le produit de ces forces ou leurs ac-

tions; en d'autres termes, l'intensité des fonctions nerveuses est partout proportionnelle à la quantité de matière nerveuse et surtout à l'étendue de surface qu'elle déploie.

J'ai vu en outre que dans les mêmes sujets, la fermeté, l'élasticité, et la pesanteur spécifique variaient très-souvent d'un hémisphère à l'autre. M. Scipion Pinel a multiplié ces observations, pour les deux premiers états, dans un grand nombre d'idiots, où l'abrutissement tenait évidemment à cette disparité de constitution des deux hémisphères. J'ai trouvé la différence de pesanteur spécifique dans l'idiot dont j'ai déjà parlé, de cinq à six centièmes plus grande dans l'hémisphère déplissé, que dans celui où toute la masse blanche était homogène. C'était aussi dans ce même hémisphère que la substance cérébrale était plus ferme et plus élastique.

Ainsi, de la diminution de volume et de masse de la matière nerveuse chez le vieillard, où cette matière endurcie reçoit moins de sang, est par conséquent moins vivante, dépend la diminution du nombre et de l'intensité des actions nerveuses. Réciproquement de l'intégrité persistante des organes nerveux dans le marasme des adultes, lors de la réduction du quart au tiers de leur poids primitif des autres organes, résulte l'excès d'intensité alors observable des actions nerveuses. Cet excès d'action nerveuse est indéfiniment accru par la

diminution d'épaisseur des enveloppes isolantes du système nerveux, surtout du tissu cellulaire, d'où suit que l'impression des stimulants est alors indéfiniment accrue. Et ces causes et ces effets de surexcitation seront d'autant plus intenses, que la proportion de volume et de masse du système nerveux aux autres tissus sera supérieure, c'est-à-dire, que les sujets seront plus jeunes; car ce rapport de la masse du système nerveux aux autres tissus grandit en raison inverse de l'âge. Enfin, dans les convalescences consécutives aux maladies aiguës, et dans les derniers temps des consomptions, les états de suractivité nerveuse sont en rapport constant avec l'excès de masse, et partant avec les forces du système nerveux resté intact, sur les autres appareils épuisés. Et l'on ne peut attribuer cette suractivité nerveuse à l'impression du pus résorbé, et porté sur la substance nerveuse par un sang appauvri, car cette surexcitation a indifféremment lieu dans les cas d'absence ou d'existence de foyers de suppuration.

Il suit encore de la persistance de l'intégrité du système nerveux, lors du marasme des adultes et des enfants, ou bien que la nutrition y est indéfiniment plus lente que dans les tissus épuisés, ou bien que ce système exerce une affinité indéfiniment plus grande que celle des autres tissus, pour les matériaux de réparation actuellement disponibles dans le sang. Ou bien les matériaux élémentaires de la substance nerveuse, sont à ces

âges les derniers qui cessent de se former dans le sang. Et si l'intensité des actes organiques est proportionnelle à la masse des organes, la masse des organes peut croître aussi avec la permanence et l'intensité des excitations qu'ils subissent; aussi ai-je vu dans beaucoup de cas de cancers du sein, de la matrice, de différentes dégénérescences de plusieurs viscères, les nerfs de ces parties excéder en volume les nerfs des mêmes parties saines. Puisque la matière nerveuse existe toute formée dans le sang, la quantité de ses molécules doit diminuer dans la vieillesse. Peut-être même ne se forme-t-elle plus, car l'amaigrissement si considérable des nerfs et de la moelle épinière semble prouver qu'elles ne reçoivent plus de molécules. Enfin dans tous ces états de surexcitation du système nerveux qui accompagnent les convalescences et ces tempéraments maigres qu'on appelle nerveux, les forces de ce système ne sont pas diminuées comme le disent faussement la plupart des médecins. Au contraire ces forces prédominent avec une énergie que ne balancent plus les forces des autres tissus, et surtout celles des muscles. En conséquence les médecins avec leurs antispasmodiques, leurs prétendus calmants, leurs nervins, etc., médicaments qui tous sont des stimulants énergiques, empirent sans s'en douter les maux qu'ils croient guérir.

Dans les oiseaux et les reptiles quadrupèdes, l'ab-

sence de corps calleux, de voûte et de cloison, coïncide, chez les premiers surtout, avec les mouvements les plus violents et les plus soutenus des deux paires de membres. Chez tous ces ovipares la cause de ces phenomènes réside donc ailleurs. Ces mêmes parties, et de plus la voûte des hémisphères cérébraux proprement dits, les corps striés et leur commissure, manquent aux poissons, où il ne subsiste qu'une seule petite masse grise, située comme la couche optique. Elles y sont donc étrangères aussi chez les poissons. Enfin les raies et les squales n'ont même plus cette couche optique des poissons osseux, il ne leur reste plus rien du lobe cérébral proprement dit. Le cerveau n'est donc pas le siége constant des mêmes influences sur le mouvement. Ces influences, suivant les classes, ont donc des sièges différent;.

La coïncidence de cette dégradation du lobe cérébral avec celle des facultés intellectuelles et instinctives, n'est pas moins manifeste. Mais on sait si peu de chose sur les facultés des reptiles et surtout des poissons, qu'il est impossible de dire quelle faculté disparaît avec telle partie d'organe, et par conséquent, de dire dans quelle partie d'organe, ou dans quel organe, réside telle faculté. Seulement l'atrophie du cerveau des poissons osseux, le déficit complet de cet organe dans les squales et les raies, impliquent assez que toutes les facultés de ces êtres résident dans les

autres lobes à proportion si développés de leur encéphale. Or, c'est tantôt le lobe olfactif, tantôt l'optique, tantôt le cervelet, tantôt le lobe du quatrième ventricule, tantôt enfin les lobes post-cérébelleux qui ont la prédominence, et qui, selon toutes les inductions, doivent être le siége des facultés principales de chaque espèce.

Les résultats de l'expérience s'accordent avec ces inductions de l'anatomie.

1°. Si l'on retranche à un mammifère la voûte de l'hémisphère cérébral et le corps strié; aussitôt l'animal s'élance droit en avant et court sans se détourner jusqu'à ce qu'il choque un obstacle. S'il s'arrête spontanément, il garde l'attitude de la course; et en s'élançant encore, sa course continue d'être rectiligne.

Ces phénomènes n'arrivent qu'autant que la partie blanche et rayonnée des corps striés est détruite. La destruction de la seule matière grise, qui forme un segment de cône recourbé, laisse l'animal dans le même état que si la voûte seule des hémisphères était enlevée; et alors, il n'y a aucune altération des mouvements, l'animal semble n'avoir perdu que la volonté et l'intelligence.

Après les corps striés, si l'on enlève les couches optiques, aussitôt cette attitude de la course est rompue, l'animal tombe sur le côté, le corps fléchi, et agitant ses quatre pates avec une grande

vitesse. L'on a vu plus haut ce qui arrive par la destruction ultérieure des lobes optiques et du cervelet. Tous ces résultats sont uniformes sur les chiens, les chats, les lapins, les cochons d'Inde, les hérissons et les écureuils. Seulement ces derniers, dans la course produite par la section des corps striés, croisent leurs pates de devant comme pour monter à une branche, et montent effectivement, si on leur donne un bâton qu'ils puissent embrasser.

L'ablation des lobes cérébraux, les lobes optiques restant intacts, jette certains oiseaux, par exemple les pigeons, les corneilles adultes, dans un état d'assoupissement et d'immobilité décrit par M. Rolando. Mais d'autres oiseaux, des canards par exemple, courent, sautent, nagent après la perte de leurs hémisphères.

Par l'ablation des lobes cérébraux, les reptiles et les poissons, dont la spontanéité reste entière, ne paraissent avoir rien perdu de l'usage de leurs mouvements. Les carpes, les grenouilles nagent aussi agilement qu'auparavant.

La spontanéité des mouvements n'appartient donc aux hémisphères cérébraux que dans quelques oiseaux, par exemple, les pigeons, les corneilles adultes; mais il est évident qu'elle réside ailleurs, dans les mammifères, les reptiles, les poissons, et même chez plusieurs oiseaux.

Comme l'anatomie le faisait prévoir, l'ablation

du corps calleux, de la voûte, de la cloison, n'a point d'influence sur les mouvements.

L'expérience médicale prouvant que, dans les apoplexies, la moindre compression, exercée dans les hémisphères par un peu de sang, en se transmettant aux couches et aux lobes optiques, paralyse les mouvements ; on conçoit que, dans ces expériences, il faut avoir bien soin d'empêcher cette compression des couches et des lobes optiques, par des caillots. Car leur formation paralyse l'animal ; le phénomène de la course rectiligne ne se produit pas ou s'arrête. Mais on le rétablit en ôtant le caillot. Pour ne s'être pas aperçu de la nécessité de cette précaution, M. Flourens dans ses ablations des lobes cérébraux a toujours mis l'animal en apoplexie, il a dû alors ne pas voir l'animal courir, mais au contraire, assoupi et immobile. (1)

D'un autre côté, l'ablation des lobes cérébraux rend les mammifères et les oiseaux aveugles. Si l'on n'enlève qu'un lobe, l'animal perd la vue du coté opposé. L'anatomie faisait encore prévoir ce résultat sur les mammifères, puisqu'on a vu que c'est dans la voûte même de l'hémisphère, et à

(1) Comme M. Flourens, dans ses expériences mettait ses animaux en apoplexie, il concluait de leur immobilité et de leur insensibilité que les lobes cérébraux sont le siége exclusif de la volition, de l'intelligence et des sensations. Quant aux reptiles et aux poissons, il faut bien croire qu'il a supposé ses expériences.

la couche optique qu'aboutit principalement le nerf optique opposé. Le plus petit nombre des fibres de ce nerf parvient seulement aux tubercules quadri-jumeaux correspondants des lobes optiques. Aussi la blessure de la seule couche optique paralyse-t-elle la vue de l'œil opposé? ce qui n'arrive pas par une lésion d'un tubercule quadri-jumeau correspondant.

Dans les oiseaux, au contraire, ce dernier effet est complet; mais l'anatomie n'explique pas comment l'ablation de leur cerveau produit le même résultat.

Les reptiles et les poissons, par l'ablation des lobes cérébraux, ne perdent pas la vue. A quoi tient cette différence, puisque chez eux comme chez les oiseaux toutes les fibres du nerf optique se terminent au lobe optique?

Ainsi, dans les mammifères, les lobes cérébraux paraissent être le siége unique de la volonté, puisque après leur ablation ces animaux s'élancent irrésistiblement par une course précipitée. La conscience de toutes les sensations, moins la vue, réside ailleurs, puisqu'un lapin sans cerveau recule si l'on tire un coup de pistolet à quelques pas de lui, et qu'il continue de se défendre par ses cris et par ses pates de devant, contre une odeur, une saveur, une piqûre, même quand il n'a plus que le lobe du quatrième ventricule.

Non-seulement les reptiles continuent de voir

après l'ablation du cerveau, puisqu'en plaçant une grenouille obliquement, par rapport à une fente assez large pour le passage de son corps, elle s'élance à travers; mais, outre qu'alors ils ne perdent la conscience d'aucune sensation, ils conservent aussi la mémoire, la volonté et l'emploi régulier de tous leurs mouvements, de toutes leurs allures. Ainsi la blessure, la destruction d'un organe quelconque du système cérébro-spinal, moins le lobe du quatrième ventricule, nuit d'autant moins à l'ensemble des facultés sensitives et motrices, que cet organe est moins développé. Le degré d'importance de cet organe ne dépend donc pas de sa position ordinale dans le système, mais uniquement de son degré de proportion et de perfectionnement. Plus les facultés qui s'y accumulent, selon ces degrés d'accroissement, sont nombreuses ou dominantes, et plus il exerce alors d'influence sur le reste du système. Voilà pourquoi les animaux, indépendamment de l'ordre de leur classe, survivent inégalement à la perte de la même partie.

Nous(1) n'avons jamais vu sur plusieurs centaines, peut-être un millier d'expériences, aucun oiseau, pi-

(1) On peut lire (*Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux*, par M. Flourens) l'histoire miraculeuse d'une poule qui, privée de ses deux lobes du cerveau, *a vécu dix mois dans la plus parfaite santé, et qui vivrait sûrement encore si, au moment de son retour à Pa-*

geon, poule, dindon, canard, corneille, pie, pic, oiseaux de proie, nocturnes et diurnes de plus de huit espèces de tout âge et de tout sexe, survivre plus de quatre jours à l'ablation du cerveau. Les mammifères n'y survivent pas plus de trois heures, et encore les seuls hérissons vont-ils jusque-là. Les grenouilles et les couleuvres, les vipères, vivent jusqu'à huit jours et au-delà. Dans toutes ces expériences la sensibilité de l'animal n'est pas également émue, tant s'en faut. La face supérieure du lobe du quatrième ventricule et la moelle épinière, irritées, produisent seules de vives douleurs, et des agitations convulsives dans les quatre classes. Il en est de même de la profondeur des lobes optiques, chez les mammifères et les oiseaux seulement. Mais les quatre petites éminences qui surmontent ces lobes, dans les mammifères, peuvent être enlevées sans douleur, ainsi que le cervelet, toute la voûte des hémisphères cérébraux, et la totalité des lobes olfactifs. La section même des corps striés laisse l'animal insensible, tout en le précipitant dans cette course rectiligne.

Or, le lobe du quatrième ventricule où réside la *conscience des sensations*, dans les mammifères,

ris, l'auteur *n'avait été obligé de l'abandonner*. Comme personne n'a vu cette poule, il était bien plus simple de l'apporter à Paris, voyage qu'elle eût sans doute bien supporté, puisque, dit M. Flourens, *au cinquième mois de l'expérience on n'avait jamais vu poule plus grasse et plus fraîche*.

et de plus, la *volonté* ou la faculté de se déterminer, dans les reptiles et les poissons, jouissant d'une *sensibilité* exquise; et les lobes cérébraux, où toutes les inductions prouvent que résident les facultés de l'*intelligence* et de l'*instinct*, étant tout-à-fait *insensibles* : *sentir* et *penser* sont donc deux phénomènes différents, puisqu'ils dépendent de l'action de deux organes, dont les propriétés sont contraires, la structure diverse, et la distance relative si grande. Tout système métaphysique déduit de l'unité supposée de ces deux facultés, est donc faux dans ses principes.

L'expérience physiologique montre bien avec précision pour les mouvements, pour la conscience des sensations, et dans quelques cas pour la volonté ou la détermination des mouvements, quel est le siège précis des forces actives dans ces phénomènes. L'induction anatomique montre aussi avec une précision suffisante quelle parties cérébrales ne sont pas le siége, soit de l'ensemble, soit de l'une quelconque des facultés d'un animal, et elle indique, avec beaucoup de probabilité, le siége de ses facultés principales. Mais quel est le lien, le moyen d'union, de concert, de simultanéité de toutes ces facultés? Voilà ce que ni l'expérience ni l'induction anatomique ne peuvent seulement faire soupçonner.

Toufois l'observation nous apprend encore quel-

quechose sur l'association de tous ces phénomènes, et sur la manière dont telle faculté agit plus spécialement de concert avec telle autre. Elle va nous montrer que les facultés les plus nobles de notre intilligence sont indépendantes, non-seulement de la perfection, mais de l'existence même de nos sens; que par conséquent elles n'en dérivent pas comme le supposaient l'école de Loke, celle de Condillac, etc. Elles sont donc primitives, et seulement susceptibles de s'acroître, de se perfectionner par l'exercice des sens.

En voici la preuve dans le précis historique d'un jeune homme de vingt ans, recueilli par un excellent observateur, M. Spurzheim (1).

(1) Jacques Mitchell naquit sourd et aveugle, de parents intelligents. Il semble percevoir des sons intérieurement, car il se plaît à mouvoir des corps durs contre ses dents, durant des heures entières; il distingue le jour de la nuit, et les couleurs éblouissantes. A douze ans, le tympan fut perforé aux deux oreilles sans résultat; à quatorze, l'opération de la cataracte à l'œil droit, lui fit reconnaître plus aisément la présence des objets : mais il ne s'est jamais servi de la vue pour connaître les qualités des corps, il n'y a employé que l'odorat et le toucher. Il a fini par se servir moins de l'odorat; il examine avec ses mains tout ce qu'il rencontre.

Étant enfant il flairait tout le monde, et l'odeur décidait de son aversion, de son affection. Il a toujours aimé les exercices du corps, à se rouler sur un terrain incliné, à faire la culbute, à faire des cercles de pierre pour se mettre au centre

L'intelligence existe et agit indépendamment des sens. De plus, malgré la disponibilité apparente de

à construire des cabanes de bois; il passe la plus grande partie du jour aux champs et sur la route.

Son visage est expressif; son langage d'action, plein d'esprit. Tous ses gestes, ses signes sont calculés pour la vue des autres. Il aime à monter à cheval, etc. Il se rappelle aisément du sens des signes qu'on lui fait : par exemple, on lui exprime le nombre des jours, en lui inclinant la tête, comme signe qu'il doit se coucher tant de fois avant le terme. Son moral est aussi développé que son intelligence; il aime les enfants, et les caresse; il n'offense personne; ayant du courage naturel il agit toujours avec prudence. Étant encore enfant, il voulait tous les jours aller plus loin que la veille. Un jour trouvant sur son chemin un pont de bois étroit, jeté sur la rivière près de la maison de son père, il se met sur ses genoux et sur ses mains pour y passer en rampant. Pour l'intimider on le fit tomber dans l'eau là où il n'y avait pas de danger, depuis il n'y retourna plus. Quand il toucha pour la première fois un homme mort (c'était son père) il se retira effrayé et précipitamment; depuis il en toucha d'autres sans la même émotion. Quand le cercueil fut exposé sur la porte, Mitchell sortit de la maison avec précipitation, aspirant l'air autour de lui pour se diriger; il approche du cercueil, se jette dessus, le serre dans ses bras avec la plus vive expression de douleur; on fut obligé de l'en arracher. Quelque temps après, sa mère étant indisposée il pleurait. L'absence de quelqu'un de sa famille l'inquiète. Sa sœur aînée, qu'il préfère à tout autre personne, tomba malade pendant qu'il avait un rhumatisme aigu. Elle gardait le lit. Il fit signe à une tante qu'il aimait aussi, de le conduire en haut à la chambre de sa sœur, car il ne pouvait marcher seul. Il serra avec joie la main de sa sœur, et étant redescendu, il fit signe à sa tante de remonter pour rester près d'elle. Il

plusieurs sens; il y a des cas où elle ne se sert nécessairement que d'un seul. Un vieillard paralysé (Darwin Zoon. t. 4, ed. III) avait conservé l'ouie et la vue, mais il ne combinait ses idées qu'avec les impressions de la vue. Lui disait-on l'heure de dîner, il entendait les mots et les répétait sans y attacher de sens, mais si on lui montrait l'heure, alors il demandait à dîner. On ne pouvait lui parler que par signes, quoiqu'il entendît bien.

De même habitué à ne juger de tout qu'avec ses yeux, le jeune sourd-muet, à qui M. Deleau vient de donner l'ouïe et la parole, a plus tôt compris le sens d'une phrase qu'il lit, que si on la lui adresse en parlant, et alors pour la comprendre il la ré-

se met à genoux pendant les prières de la famille, mais est-ce habitude ou dévotion? Après la mort de son père, un ecclésiastique qui assistait quelquefois à ces prières, étant venu, Mitchell lui apporta la Bible qu'il savait que son père avait devant lui durant la prière, et il fit signe qu'on se mît à genoux. N'est-ce pas là l'indice d'un sentiment religieux? Il a le sentiment du juste et de l'injuste; s'il a fâché sa sœur, sa mère, il les caresse pour regagner leur affection. Il a celui de la dignité, car il ne voudrait pas manger à la cuisine où est la servante; il aime l'aprobation et les caresses. Enfin il a le sentiment de la propriété. Un jour il rencontre un homme monté sur un cheval acheté à sa mère. Selon sa coutume il touche le cheval, le reconnaît, fait signe au cavalier de descendre, et Mitchell conduit le cheval à l'écurie de sa mère, où il le desselle et l'enferme....! Et cependant ce jeune homme, pourvu de plusieurs sentiments et même d'idées, qui manquent à des hommes qui ont tous leurs sens, n'a reçu aucune éducation.

pète. Quand il apprit le syllabaire, il prononçait bien les syllabes qu'il voyait écrites, et qu'on articulait; mais si on ôtait le tableau et qu'on articulât les mêmes syllabes, il ne parvenait que difficilement à les répéter. Sa mémoire était donc liée davantage à l'action du sens de la vue, qu'à celle de l'ouïe, et sa volonté agissait mieux sur son larynx, en conséquence d'une impression de la vue, qu'en conséquence d'une impression de l'ouïe. Il saisissait donc mieux le rapport des sons avec les lettres, que le rapport de ces sons avec ceux qu'il prononçait lui-même. Enfin il articule mieux en lisant qu'en parlant, parce qu'en lisant, la sensation de la vue guide l'exercice de ses organes vocaux.

A plus forte raison quand un seul sens existe, du moins avec une extrême prédominence, dans un animal; par exemple, l'oreille dans une chauve-souris, l'odorat et le toucher du museau dans la taupe, l'œil dans les poissons et les oiseaux à rétines et nerfs optiques plissés, etc.; combien cette association doit-elle être intime! Combien le doit-elle être surtout dans les poissons, où le lobe cérébral, siége de l'intelligence chez les mammifères, est si rudimentaire ou même nul, et où, au contraire, l'organe cérébral de tel ou tel sens est si développé qu'il implique nécessairement que l'intelligence ne peut résider ailleurs!

On sait trop peu de chose sur les propriétés des lobes olfactifs pour leur consacrer ici un chapitre. M. Magendie les a trouvés aussi insensibles que le cerveau à toutes les espèces d'irritation et de destruction. On verra, dans le livre suivant, que leur destruction n'anéantit pas l'odorat, et que, malgré leur intégrité, l'odorat est détruit par la section ou l'altération maladive du tronc de la cinquième paire ou de son ganglion.

La loi de proportion entre l'activité des fonctions d'un organe et le degré de son développement fournit quelques inductions sur les fonctions de ces lobes. Dans plusieurs mammifères, les hérissons, les chauve-souris, etc., ils représentent le quart, ou même le tiers de toute l'encéphale en volume. Le rapport est plus grand encore dans plusieurs squales et dans les raies. Dans l'homme, au contraire, ces lobes et leurs pédoncules ne font pas la dix millième partie d'un lobe cérébral, la centième partie de la masse des lobes optiques.

Ne serait-il pas plausible d'attribuer à des organes si développés les facultés qui sont communes à ces animaux et qui manquent à l'homme? Car, chez lui, l'état rudimentaire de ces lobes, presque comparable à celui de l'œil de la taupe et d'autres mammifères, ne permet pas de leur attribuer plus d'action que l'expérience ne prouve directement qu'il en faut accorder aux yeux des animaux en question.

Maintenant, quelles sont ces facultés? On connaît si peu les mœurs, les instincts des animaux, qu'il est difficile d'émettre quelque conjecture probable à ce sujet (voy. *Journal de physiol.*, tom. V. pag. 21 et suiv.).

Note de la pag. 589, *chapitre* III.

L'induction sur l'influence du cervelet dans la walse, est prouvée par un fait d'autant plus important qu'il a été publié avant la découverte des phénomènes que produit la section des pedoncules de cet organe.

A la suite d'un excès de vin, un homme de soixante-huit ans au lieu de voir les objets tourner, dit qu'il lui semblait qu'*il tournait lui-même*, et, en effet, il se mit bientôt à *tourner réellement sur lui-même de droite à gauche.* On le coucha, et il continua de rouler dans son lit. Cette indisposition dura autant que sa maladie ; quatre mois après il mourut. On trouva pour toute altération du système nerveux une excavation de neuf lignes de long et de cinq de large, dans le *pédoncule droit du cervelet.* Au pourtour de ce foyer, la matière blanche était jaunâtre et endurcie, ainsi que lobe correspondant. (Voy. *Journal de physiologie*, t. 3, pag. 145 et suiv.)

LIVRE CINQUIÈME.

PHYSIOLOGIE DES SYSTÈMES NERVEUX LATÉRAUX.

Distinction des phénomènes.

Les nerfs qui se terminent dans les muscles les font se contracter, et produisent le mouvement; ceux qui se terminent à la peau et aux organes des sens, y donnent la susceptibilité de prouver telle ou telle impression, selon la structure du sens. De là deux ordres de phénomènes, les mouvements et les sensations.

Il ne paraît pas que la cause de ces deux phénomènes soit dans la structure même du nerf correspondant. Car on a vu que dans les mammifères, excepté les nerfs optiques, auditifs et olfactifs, il n'y a pas de différence appréciable entre les nerfs sens et ceux des muscles. Il y a plus, des obsevations ultérieures de M. Amussat nous ont démontré que les deux faisceaux dorsaux de chaque nerf spinal, après être sortis du ganglion où leurs filets sont restés parallèles et sans entrelacement, se tressent chacun avec les filets du cordon abdominal corres-

pondant, qui n'a point passé par le ganglion. De sorte que chaque cordon ultérieur doit contenir à la fois des filets provenants des deux ordres de racines, ce qui explique les douleurs musculaires dans la syphilis, les rhumatismes, etc. Bien plus, on a vu que chez les reptiles, les oiseaux et les poissons, les trois nerfs qui font exception chez les mammifères, peuvent avoir, même dans le cas de leur plus grand développement, la structure des nerfs musculaires. Il semble donc que les propriétés sensitives ou motrices du nerf, tiennent seulement à la structure des organes qu'il fait communiquer. Et en effet, nous avons vu que les nerfs spéciaux des sens aboutissent à des lobes spéciaux, et que la moitié dorsale de la moelle à laquelle répondent les racines excitatrices de la sensibilité, a d'autres propriétés que la moitié abdominale.

Les mouvements dérivent partout d'un phénomène unique, la contraction musculaire. Mais chaque espèce de sensation constitue réellement un phénomène différent. Ces différences tiennent surtout aux modifications que toute matière sensible doit éprouver dans son impression sur le sens, ou plutôt par l'action du sens sur ses molécules. Car les sens ne peuvent être affectés que par des objets matériels.

L'on a vu que l'intelligence, la conscience, la volonté, les affections existaient, agissaient indépen-

demment des sens. Les sensations sont donc des phénomènes intermédiaires à ceux des facultés in- intellectuelles et affectives, et à ceux du milieu d'existence de l'animal. Les mouvements sont d'autres phénomènes intermédiaires pour l'action de l'animal, sur tout ce qu'il peut toucher et atteindre. Et comme on a vu l'intelligence, tantôt sans la vue et sans l'audition, tantôt sans le goût, l'odorat et le toucher, les sensations peuvent exister aussi sans les mouvements, et les mouvements sans les sensations. Ces phénomènes se compliquent, s'enchaînent donc beaucoup moins intimement qu'on ne le supposait. Leur liaison consiste plutôt dans leur simultanéité que dans leurs connexions et dans leur dépendance.

On a trop restreint le nombre des sens en le fixant à cinq, d'après celui de l'homme. Plusieurs animaux ont bien certainement des sens que nous n'avons pas. Mais nous ne pouvons nous en faire aucune idée, parce que nous ne jugeons de leurs sens que par comparaison aux nôtres.

Les sensations ne dépendant pas plus les unes des autres qu'elles ne dépendent des phénomènes intellectuels ou des mouvements, il est indifférent de commencer par l'une ou par l'autre. Nous suivrons l'ordre anatomique.

CHAPITRE PREMIER.

DE L'ODORAT.

Ces particules des corps, que leur tension en sépare et répand dans l'air, sont les odeurs. Si l'air peut en être le véhicule, à plus forte raison l'eau, qui peut dissoudre ou tenir en suspension toutes les substances d'où les odeurs peuvent émaner.

On a dit que les odeurs ne pouvaient pas être contenues dans l'eau, parce qu'elles étaient volatiles, mais toutes les substances volatiles peuvent y être coërcées. Et parce que nos narines, accoutumées au contact de l'air, n'odoreraient pas dans ce liquide, il n'y a pas plus de raison de nier l'odorat des animaux, dont les narines en sont baignées, qu'il n'y en aurait de nier leur toucher, parce que le nôtre et sans doute celui de tous les animaux aériens, s'émoussent dans l'eau. En outre, la simultanéité d'un organe du goût et d'un organe de l'odorat, dans les cyprins, dément un autre sophisme, qui transformait les narines des poissons en organes du goût, à cause de la prétendue nécessité, 1° qu'une odeur fixée dans l'eau devînt une saveur, et 2° que la membrane buccale des poissons devînt coriace, et se hérissât de pointes,

de cornes, par l'effet du passage continuel de l'eau.

Ces subtilités ne peuvent plus en imposer maintenant à personne.

L'exposition anatomique a suffi pour faire pressentir le mécanisme de ce sens. Un mucus insoluble dans l'eau, surtout chez les poissons, peu susceptible d'évaporation chez les animaux aériens, empêche chez les premiers la macération, et chez les seconds la dessication de la membrane pituitaire. En outre, ce mucus étant visqueux, est susceptible d'arrêter les moindres molécules qui viennent y toucher. Il contribue ainsi à multiplier l'intensité, le nombre et la durée des impressions odorantes. La construction de la narine des baleines rend très-probable ce mécanisme de l'odorat, que confirme aussi l'état de sécheresse de la pituitaire dans les rhumes du nez, toujours accompagnés de suspension ou d'affaiblissement de ce sens. L'étage supérieur des narines, correspondant aux sinus ethmoïdaux, ne peut évidemment servir au passage de l'eau projetée par les évents; il paraît donc exclusivement réservé au passage de l'air. De sorte que les baleines ne doivent pas pouvoir odorer l'eau comme les poissons.

Des nerfs de la cinquième paire s'épanouissent dans la pituitaire en même temps que ceux de la première paire, chez les trois premières classes de vertébrés. Ces deux sortes de nerfs y remplissent-

ils la même fonction, ou l'une sert-elle exclusivement à l'odorat, et l'autre au tact et au toucher ordinaire?

L'anatomie nous a donné sur la fosse préoculaire des serpents à sonnettes et des trigonocéphales, une induction pour la solution de ce problème. Cette fosse, dont les parois immobiles ne peuvent être mises en contact avec aucun corps solide, ne peut admettre que l'air. Plus de nerfs de la cinquième paire qu'il n'y en a dans la narine d'aucun animal, s'y épanouissent. C'est une véritable narine accessoire. La narine ordinaire ne reçoit qu'un très-petit filet de la cinquième paire avec le nerf olfactif.

Or, l'expérience prouve que non-seulement le tact de l'intérieur de la narine, mais l'odorat, disparaissent à l'instant même de la section de la cinquième paire. Ce qui, si l'on suppose que le nerf olfactif sert à l'odorat, rendrait son action subordonnée à celle de la cinquième paire. L'altération maladive du ganglion de la cinquième paire chez l'homme, malgré l'intégrité des nerfs olfactifs proprement dits, et celle de leurs lobes, produit justement le même résultat. Ce n'est pas tout: malgré la destruction cancéreuse des nerfs et des lobes olfactifs, si les nerfs de la cinquième paire restent intacts, l'odorat subsiste. Ces derniers nerfs sont donc les organes uniques ou au moins principaux de cette sensation.

La mobilité des narines, outre son utilité pour

la respiration, sert aussi à la direction des courants d'air odorants, vers la voûte des cavités nasales, où se distribue seulement le nerf olfactif. La privation du nez détruit presque l'odorat chez l'homme. M. Beclard a rétabli ce sens en pareil cas, en adaptant un nez artificiel.

L'on conçoit, d'après ce mécanisme, que plus grandes sont les surfaces en contact avec le véhicule des odeurs, plus intense et plus parfaite sera la sensation. Or, l'observation prouve que le degré et la finesse de ce sens croissent ou diminuent comme l'étendue de ses surfaces. Les cornets ethmoïdaux, par la multiplicité des feuilletures de leurs lames, dont toutes les profondeurs, tous les replis, sont tapissés par la pituitaire, y contribuent surtout. Mais des cavités accessoires, ouvertes dans les narines, se rapportent aussi à cet usage. Tels sont ces sinus que j'ai décrits au premier livre, et qui, par exemple, dans le buffle du Cap, occupent presque le tiers du volume de toute la tête, et se propagent jusqu'au sommet des cornes.

Dans les poissons le mécanisme est le même, seulement l'eau n'est pas agitée par deux courants opposés, comme l'air dans la narine des animaux aériens. Il se pourrait néanmoins que la soupape qui ferme la narine des raies et des squales servît à comprimer l'eau qui remplit la narine. Les seules murènes, parmi les poissons, en dilatant et fermant al-

ternativement les deux orifices de leurs narines, peuvent y établir un courant bien sensible.

Ces narines des poissons ne reçoivent aucun nerf de la cinquième paire. Le nerf olfactif suffit donc chez eux à l'odorat; nouvel exemple, que les mêmes parties ne conservent pas invariablement les mêmes propriétés.

L'appareil de l'odorat est en général d'autant plus développé, que les lobes cérébraux le sont moins. Son maximum coïncide même, chez les squales et les raies, avec le défaut de ces lobes. Il n'y a donc aucun rapport entre le degré de perfection de l'intelligence et l'énergie de ce sens, puisque tout démontre que l'intelligence réside dans les lobes cérébraux. Rousseau et d'autres métaphysiciens se sont donc étrangement trompés en qualifiant l'odorat, de sens de l'imagination.

Il n'y a non plus aucun rapport de la prédominance de l'odorat, soit avec les préférences de tel ou tel appétit pour le genre de nourriture, soit avec tel ou tel mode de génération. Ce sens est à peu près également développé chez les ruminants et les carnassiers, chez les cochons frugivores et les chauves-souris insectivores, chez le brochet, si carnassier, et chez la carpe, principalement herbivore.

Il est encore moins développé que dans l'homme, chez les cynocéphales si lubriques. Et le chevreuil, si constant et si chaste époux, ne l'a pas

moins grand que le cerf, si lascif et si volage; enfin il est à son maximum dans les murènes et autres poissons osseux, qui ne s'accouplent même pas.

Comme Gall l'a judicieusement observé (*anat. et physiol. du syst. nerv.*, in-fol., p. III), certaines substances inodores pour nous, produisent une forte impression sur l'odorat des animaux; certains animaux sont puissamment excités par certaines choses, pour lesquelles d'autres sont indifférents; telle odeur est agréable à un individu, et rebute un autre. De pareils faits prouvent que l'organe de l'odorat, dans chaque classe, par une modification spéciale, et par diverses modifications dans les individus, est mis en rapport réciproque avec l'ensemble de l'animal, et avec des objets particuliers de son milieu d'existence.

Or, ces modifications n'étaient jusqu'ici que des suppositions. J'ai démontré, dans la structure du seul nerf olfactif et de son lobe, huit ou dix modifications précédemment inconnues. Et le nombre de ces modifications, pour l'ensemble de l'organe, doit être encore bien augmenté, en tenant compte de toutes les combinaisons de la longueur, de la brièveté, et de l'étendue des surfaces du nerf, avec les proportions de tissu vasculaire, etc. Cette modification, dans la baudroie, a réellement transformé l'organe olfactif en véritable tentacule.

On conçoit que l'appréciation de toutes ces combinaisons, dans chaque espèce, ou au moins dans chaque genre d'animaux, ne peut être faite qu'en traitant de l'anatomie spéciale de chaque animal.

CHAPITRE II.

DE LA VISION.

Je suppose connus les phénomènes de la transmission, de la réflexion et de la réfraction de la lumière, ainsi que les lois, suivant lesquelles la densité des milieux diaphanes et la figure de leurs surfaces modifient ces phénomènes.

On a vu, chap. II du livre III, combien de milieux diaphanes se succédaient, suivant l'axe de l'œil. J'ai indiqué aussi d'une manière générale les variations de courbure des surfaces de ces différents milieux.

Ces parties de l'œil ont pour objet de modifier tellement la transmission, la réfraction et la réflexion de la lumière qui les traverse, que l'animal puisse voir également les objets, et dans les limites de plusieurs intensités lumineuses, et dans celles de plusieurs distances. On conçoit que l'étude des variations de densité et de courbure des parties diaphanes pourrait seule apprendre

quelque chose sur le degré de ces modifications. Mais on est, à cet égard, dans une parfaite ignorance. Chaque modification dépendant d'un degré différent de densité et de courbure de chaque milieu, il faudrait directement mesurer ces différences.

Tout ce que nous pouvons dire sur les modifications de la vision par l'effet de ces variations, c'est que, prenant pour terme de comparaison l'œil des mammifères terrestres, 1° la cornée est d'autant moins convexe, le cristallin d'autant plus près d'être sphérique, et l'intervalle du cristallin à la cornée d'autant plus petit, que l'animal est plus aquatique; que d'ailleurs cet animal soit un mammifère, un oiseau, ou un reptile; 2° la cornée est d'autant plus convexe ou même portée sur un segment conique plus allongé, la convexité antérieure du cristallin est d'autant moindre que celle des mammifères, et elle est d'autant plus petite relativement à la convexité postérieure; enfin, l'intervalle du cristallin à la cornée est à proportion d'autant plus grand, que l'oiseau s'élève davantage dans l'athmosphère.

Il est, dans la théorie admise jusqu'ici sur la vision, plusieurs points tout-à-fait contradictoires avec quelques-uns des faits les plus importants de l'organisation de l'œil.

On a admis 1° que quand la distance d'un objet varie il faut, pour que son image se forme net-

lement, ou que le fond de l'œil s'éloigne ou se rapproche du cristallin immobile, ou que le cristallin se déplace sur l'axe de l'œil; 2° que l'extinction, par l'enduit noir choroïdien, de la lumière qui traverse la rétine, est indispensable à la vision nette et distincte.

L'on va voir 1° que ces déplacements du cristallin et du fond de l'œil n'existent pas, et ne sont pas mathématiquement nécessaires; 2° que cette extinction de la lumière derrière la rétine, non-seulement n'est pas indispensable, mais bien plus, qu'elle est une cause de réduction de la vue; 3° que dans l'action de la rétine, tout n'est pas exclusivement vital et sensitif, comme on le suppose, mais que dans le cas d'accroissement de cette action, le mécanisme en est purement physique et matériellement mesurable; 4° que même la transmission de l'action sensitive est assujettie à des conditions également mécaniques; 5° qu'il est même très- probable que des conditions semblables influent sur le phénomène même de la conscience ou de la perception de la vue.

Deux ordres de phénomènes contribuent à l'action optique : les uns sont purement *physiques*, les autres sont *sensitifs* et *nerveux*. Les phénomènes physiques sont en partie soumis à des lois géométriques, qui résultent des propriétés de la lumière, de l'influence des surfaces, de la nature et de la densité des milieux trans arents sur sa réfraction. Mais

cet assujettissement n'est pas absolu, comme on l'a cru jusqu'ici.

Les phénomènes physiques ayant la priorité dans l'ordre successif de la fonction optique, nous allons exposer d'abord les corrections qu'il faut apporter aux lois qu'on leur appliquait.

§ I. *Phénomènes physiques de la vision.*

1°. *Rapport de l'inflexibilité de la sclérotique avec la constance du foyer de l'œil.* Les baleines et autres cétacés voient dans l'eau à toutes les distances, comme les poissons; quand leur œil dépasse la surface de l'eau, ils peuvent voir dans l'air seul; enfin ils peuvent voir à travers l'eau et l'air ensemble.

Or, leur sclérotique, jusqu'au cercle d'enchâssement de la cornée, est si épaisse, qu'elle est tout-à-fait inflexible, surtout relativement au pouvoir des faibles muscles qui servent au mouvement de l'œil. Cet œil ne peut donc changer de forme. Et comme, pas plus dans l'intérieur de l'œil des cétacés que dans celui de l'homme, il n'existe de puissance capable de déplacer le cristallin, on voit qu'il faut nécessairement rejeter les deux explications mécaniques, que les physiciens donnaient de la constante distance du foyer de l'œil.

Cette invariabilité de la courbe que décrit la rétine dans l'œil des cétacés et des animaux, dont la sclérotique est inflexible, tels que les raies, les squales, les scombéroïdes, et autres

poissons; les monitors, les lézards, etc., parmi les reptiles, me faisait douter de la nécessité mathématique de cette déformation de la rétine, ou de ce déplacement du cristallin. Et en effet, M. de Simonoff, professeur d'astronomie à l'université de Kazan, ayant, à ma prière, dans un œil dont les courbures sont connues, calculé les changements de l'angle de réfraction, pour toutes les distances, depuis un demi-mètre jusqu'à l'infini, a trouvé que la limite de ce changement n'excédait pas 23 minutes.

Calculant ensuite, dans l'intervalle des mêmes limites, la distance de deux points d'intersection des rayons réfractés avec le cristallin, il a trouvé que les rayons de tous les points placés sur le prolongement de l'axe de l'œil, suivront dans l'œil presque la même route, les écarts n'étant qu'infiniment petits (voy. la note de M. Simonoff, *Jour. de physiol. expérim.*, t. IV). De sorte que le sommet du cône des rayons se trouve toujours compris dans l'épaisseur de la rétine. Or, on verra plus bas que le contact de l'image sur la rétine, suffit pour produire l'impression.

Ces résultats de l'observation et du calcul coïncident parfaitement avec ceux de l'expérience. Si la formation constante, sur le fond de l'œil, de l'image d'un objet vu à des distances inégales, dépendait d'un déplacement, soit du fond de l'œil, soit du cristallin, la variation de la distance devrait finir par

porter le foyer en-deçà ou au-delà de la rétine, et il n'y aurait plus d'image. Or, il n'en est pas ainsi: M. Magendie a constaté avec M. Biot, qu'à quelque distance qu'un œil, dépouillé de ses graisses et de ses muscles, soit placé d'un objet, l'image se forme toujours sur la rétine; seulement la grandeur de l'image est proportionnelle aux distances. Les déplacements en question sont donc inutiles pour conserver constant, sur la rétine, le foyer de la réfraction de l'œil, malgré les variations de distance.

La même expérience prouve encore que cette constante projection de l'image, n'est point un effet de la proportion entre la dilatation de l'iris et la distance de l'objet, car l'iris est immobile sur un œil mort. Mais il est vraisemblable que les variations de l'ouverture de l'iris, ont pour objet de conserver constante la netteté de l'image, la distance de l'objet venant à changer. Et en effet la distance ne changeant pas, on augmente l'éclat de l'image sur un œil mort, par l'ablation d'une zone circulaire à l'intérieur de l'iris. Or, l'observation prouve effectivement que l'iris se dilate ou se resserre suivant que le même objet s'éloigne ou se rapproche de l'œil.

Les milieux transparents de l'œil ne réfractent donc pas en raison seulement de la figure de leurs surfaces comme les lentilles homogènes. Le cristallin, par exemple, varie de densité, et vers ses

bords et vers sa profondeur. Il faut donc admettre que ces variations dans la densité de chaque milieu oculaire, ont pour objet de corriger les aberrations de sphéricité, de réfrangibilité et de foyer.

Il n'y a donc aucune action vitale dans le phénomène de la constance du foyer de l'œil.

Voici d'autres expériences qui prouvent encore que la constance du foyer de l'œil est indépendante du nombre ou même de l'épaisseur des milieux transparents de l'œil.

Si par une petite ouverture à la cornée on extrait une petite partie de l'humeur aqueuse, l'image n'a plus la même netteté; il en est de même si par la sclérotique on expulse une certaine quantité d'humeur vitrée.

Par l'extraction de toute l'humeur aqueuse, l'image s'agrandit et devient en même temps moins nette et d'une moindre intensité lumineuse.

L'excision de la cornée ne change pas la grandeur de l'image, mais elle en diminue sensiblement l'intensité, car elle n'est plus formée que par les rayons qui ont parallèlement traversé la pupille, tandis qu'auparavant elle l'était en outre par tous ceux que la cornée avait réfractés en dehors de ce faisceau parallèle.

De même, par l'enlèvement du cristallin, la netteté et l'éclat de l'image diminuent, et sa gran-

deur augmente, puisque alors la même quantité de rayons occupe un plus grand espace.

Dans ce phénomène, qui résulte de l'opération de la cataracte, la grandeur de l'image est au moins quadruplée.

Enfin enlève-t-on sur un même œil, l'humeur aqueuse, le cristallin et la cornée transparente, ne laissant de tous ses milieux réfringents que la capsule cristalline et l'humeur vitrée, il ne se forme plus d'image sur la rétine : la lumière y parvient bien par réfraction, mais sans forme en rapport avec le corps d'où elle est partie.

Ces faits prouvent donc que dans l'immobilité de la pupille, le foyer de l'œil est immobile, et que quelle que soit la distance de l'objet, il n'y a de changement que dans le degré de netteté de l'image. Enfin, l'un des usages de l'humeur vitrée, est d'agrandir l'espace sur lequel peuvent se projeter les images.

Les changements de l'ouverture de l'iris ont donc pour objet, en se dilatant, d'accroître, et en se contractant, de réduire l'intensité lumineuse de l'image.

Les poissons à pupille fixe ont-ils dans la construction de leur œil quelque autre moyen de maintenir ces rapports de la distance à l'intensité?

2°. *Effet des couleurs de la choroïde.* On

croyait qu'après sa réfraction à travers les milieux transparents de l'œil, la lumière devait nécessairement s'éteindre derrière la rétine, et que sa réflexion eût été un obstacle à la netteté de la vision.

Or, on a vu, livre III, chapitre II, que la choroïde chez la plupart des mammifères carnassiers et ruminants, offrait à sa face interne un véritable miroir réflecteur; qu'il en était de même dans les esturgeons, les raies et les squales, et dans les dernières périodes de la vie de l'homme. L'effet de ces surfaces réfléchissantes, est-il de compenser la faiblesse de la vue croissant avec l'âge, chez l'homme; et chez les mammifères et les poissons en question, de renforcer, en raison de son éclat et du degré même du pouvoir réfléchissant, l'énergie de la vision? Ou bien, cet effet est-il de réduire, de troubler directement la vision?

Jusqu'ici ce dernier effet a été considéré comme une condition nécessaire, par les physiciens et par les physiologistes.

Voici comment s'exprime M. Biot (*Traité de physiq. exp.*, t. II, pag. 280) sur la couleur de la concavité de la choroide. « De même que nous noircissons l'intérieur des tuyaux de nos lunettes, il fallait que l'interieur de notre œil fût noirci, pour éviter la confusion qui serait résultée des réflexions multipliées des rayons. » Or, M. Biot reconnaît cependant que le mécanisme de la vi-

sion, si merveilleux dans l'homme, est loin d'être unique (pag. 287), et remarque (pag. 289), qu'il existe beaucoup d'animaux qui voient dans une obscurité qui serait pour nous très-profonde, et il cite surtout les chats et les chouettes. Il demande si chez ces animaux la vision ne serait pas produite par des rayons qui pour nos yeux ne seraient que du calorique? Or, il ne mentionne pas la couleur réfléchissante qui tapisse la chambre oculaire des chats et des mammifères, connus pour bien voir la nuit, ou du moins, pour y distinguer mieux que nous les objets.

Voici ce que dit M. Richerand au même sujet (*physiol.*, t. II, p. 45, neuvième édit., 1821): « Réfléchis par cet enduit opaque, les rayons de la lumière doivent en traversant l'œil croiser la direction de ceux qui pénètrent; nuire par conséquent à la netteté de la vision, ou du moins dénaturer l'impression visuelle, d'une manière qu'il nous est impossible d'apprécier. On a dit avec raison que, pourvus de sens moins parfaits et souvent moins nombreux que ceux de l'homme, les animaux doivent avoir d'autres idées de l'univers. N'est-il point également probable qu'à raison du trouble qu'occasione nécessairement dans la vue la réflexion des rayons lumineux, par le tapis, ils se font de la puissance de l'homme des idées fausses et exagérées? Et malgré l'empire des animaux accordé à l'homme par le Créateur, suivant la Gé-

nèse, ceux que la nature a doués de forces prodigieuses ou d'armes offensives, obéiraient-ils à leur roi s'ils le voyaient dans toute sa faiblesse, dans sa nudité, en un mot, tel qu'il est? »

On va voir que ce raisonnement ne serait pas concluant, lors même qu'il n'impliquerait pas contradiction dans les termes.

Or, sans recourir à cette cause occulte admise par les physiciens et à l'hypothèse contradictoire des physiologistes, cherchons quels rapports de coïncidence dans certains animaux, lient des forces visuelles connues, à des mécanismes d'organisation, qui leur sont exclusivement propres.

Tout le monde sait que les chats voient mieux la nuit que le jour. Parmi les animaux nocturnes, seuls ils sont certainement nyctalopes. Car il paraît bien certain que les effraies, et plusieurs chauve-souris, se dirigent dans l'obscurité par d'autres sens que celui de la vue. Toutes les espèces de chats, par la grandeur proportionnelle de l'œil, l'emportent sur la plupart des mammifères. L'appareil nerveux de la vision est chez eux dans le même excès. Néanmoins ces proportions n'excèdent pas d'un sixième ou d'un cinquième celles des chiens. Or, la différence la plus grande, c'est la couleur de leur choroïde, la plus réfléchissante de toutes celles des mammifères. Dans l'obscurité la lumière en jaillit comme d'un corps incandescent. Ici donc l'effet perturbateur,

admis par les physiciens et les physiologistes, doit être à son maximum, et cependant, nonobstant cette perturbation, qui, si elle était réelle, n'aurait pas de correctif, de compensateur possible, le chat est sans égal pour voir vite et juste. L'existence d'un miroir réfléchissant dans l'œil, n'a donc pas l'effet qu'on lui attribuait. Or, il en a infailliblement un, et même un nécessairement très-grand. C'est à cet effet que l'animal doit justement le pouvoir de distinguer les objets, de juger si bien les distances et les mouvements dans l'obscurité.

On va voir tout-à-l'heure que c'est à la multiplication des contacts de la même image ou du même rayon, avec les surfaces de la rétine au moyen de son plissement, que tous les animaux doués de ce mécanisme, doivent la supériorité de force et de portée de leur vue. L'effet de la réflexion dans les yeux pourvus d'un miroir, est aussi de doubler ces contacts, en faisant retraverser la rétine au rayon. Or, c'est très-sensiblement par les mêmes points que la membrane sera traversée par le rayon réfléchi. Car comme la rétine est très-mince, et juxtaposée à la choroïde, l'angle de réflexion ne peut être sensible.

Dans tous les animaux pourvus de choroïdes réfléchissantes, la faculté de voir dans l'obscurité, ou de plus loin et plus nettement, même pendant le jour, dépend donc justement de cette ré-

flexion. Nous l'avons prouvé pour le chat nyctalope, en voici la preuve pour d'autres animaux.

Pour peu qu'on ait chassé le cerf ou le chevreuil, on sait avec quelle heureuse audace l'animal, lancé par les chiens, franchit au moment même et sans en reconnaître d'avance ni la largeur, ni la berge opposée quelquefois étroite ou inégale, des ravins, des rivières, ou des précipices. On voit le cerf, le cheval, dans les spectacles équestres, franchir au galop des obstacles nombreux et presque linéaires, des rubans, des cordes, sans jamais manquer leur élan, comme il arrive aux voltigeurs de le faire dans ces mêmes exercices. Quand on a voyagé à cheval pendant la nuit, on sait qu'il vaut mieux s'abandonner à sa monture dans les mauvais chemins inconnus, que de prétendre la guider. Enfin, ce qu'on sait de la chasse du bouquetin et du chamois, montre ces animaux bondissants plusieurs fois de suite d'un pic, d'une rampe de rocher à l'autre, n'ayant quelquefois que la place de ramasser leurs quatre pieds. Il atteint à travers l'abîme une base si étroite, par un bond de quinze ou vingt mètres, et sans la moindre halte pour reconnaître la distance, ni mesurer son élan. A l'instant même où il touche le bord d'un précipice, il a jugé la distance de l'autre bord, la direction qui y mène, la mesure de l'effort pour l'atteindre, et déjà il s'est enlevé. Certes, on ne con-

çoit pas de vue plus juste et plus prompte que celle de ces animaux. Or, encore une fois, leur œil est doué de ce pouvoir réfléchissant dont on a fait une cause perturbatrice.

L'utilité de la couleur éclatante de la choroïde est donc évidente.

Ces correspondances d'action et de mécanisme dans les animaux, décident aussi de l'effet produit dans l'œil de l'homme par les changements de couleur qui s'y opèrent avec l'âge. Chez les vieillards cette couleur gris de lin foncé de la choroïde, passant presqu'au blanc à quatre-vingts ans, est donc un moyen compensateur de l'affaiblissement de la rétine.

Il en est de même pour les poissons. Mais dans cette classe cet effet se combine avec deux mécanismes particuliers de l'œil.

a. Dans les raies (*pl.* I. *fig.* 1) la pupille est fermée par une palmette qui est un prolongement de l'arc supérieur de l'iris. Cette palmette, qui se lève et se baisse comme le rideau d'un théâtre, a son plan perpendiculaire à l'horizon de l'animal. Quand elle est tout-à-fait baissée, il n'y a plus au bas de la pupille qu'une étroite échancrure pour le passage de la lumière. Il n'y a donc que les cônes de rayons ascendants qui puissent pénétrer dans l'œil. Tous les rayons parallèles à l'horizon ou obliques de haut en bas, sont arrêtés. Or,

les rayons ascendants, après leur réfraction par le cristallin sphérique, vont sensiblement sur le prolongement de la même droite, traverser la rétine dans quelques points de son segment supérieur. C'est sur ce segment que le pouvoir réfléchissant est au maximum. Les rayons retraversent donc la rétine.

Au contraire, parmi les rayons, soit parallèles, soit obliques de haut en bas, les plus obliques descendants, sont seuls réfléchis, car le reste de ces derniers tombe sur un segment de la choroïde qui est noire, et où, par conséquent, ils s'éteignent. Or, les rayons descendants ayant plus d'intensité, n'avaient pas besoin d'être réfléchis, pour causer une impression visuelle suffisante. Mais cette réflexion était nécessaire, relativement aux rayons plus rares et plus éteints, provenant, soit du fond de l'eau, soit de l'horizon du poisson.

b. Dans l'esturgeon, où l'ensemble de l'appareil optique est bien moins déloppé, il existe un mécanisme compensateur encore plus curieux.

Le nerf optique s'insère à quinze ou vingt degrés de l'iris, à une rétine plissée étalée dans le segment inférieur seulement de la chambre de l'œil, dont tout le pourtour est d'un bel éclat argenté.

Or, tous les rayons descendants, réfractés par le cristallin, traversent deux fois les plis de la rétine.

L'esturgeon, comme les raies, ne reçoit qu'un petit nombre de rayons ascendants, parce que le plan transversal de leur corps, parallèle à l'axe optique, se prolonge beaucoup au-delà de l'œil, et intercepte la vue des objets inférieurs. Mais ils reconnaissent ces objets inferieurs : les raies, au moyen de leurs narines, situées à la face inférieure de la tête, les esturgeons au moyen des barbillons suspendus au-devant de leur bouche.

3°. L'utilité du *plexus choroïdien*, chez les poissons, ne peut être ainsi déterminée par ses propriétés physiques. Mariotte avait attribué à la choroïde d'être le siége de la vision; et comme alors on ne connaissait ni les rétines plissées, ni les miroirs réflecteurs de la choroïde, comme on supposait constamment noire la face antérieure de cette membrane, où par conséquent se terminaient et s'éteignaient les rayons; il y avait peut-être d'assez bonnes raisons d'admettre cette hypothèse. Car là où existe le corps glandulaire dont parle M. Richerand (*physiol.* t. II, pag. 22), il est extérieur à la choroïde, et ne la sépare pas de la rétine, comme on l'a dit récemment encore.

L'effet du plexus choroïdien, s'il est susceptible de turgescence comme les corps caverneux, serait-il de déplacer la rétine, suivant les variations du

foyer de l'œil? Car il serait possible que dans les milieux tranparents de l'œil de ces animaux, les aberrations de foyer ne fussent pas corrigées de la même manière que dans celui des mammifères. Au moins ce plexus pourrait alors être l'agent de ce déplacement.

4°. Le seul effet apparent de l'*écran optique* des oiseaux, est d'intercepter tous les rayons projetés sur son plan, et par conséquent de les rendre inutiles à la vision. Et comme il se dirige, dans un plan à peu près vertical, de l'insertion du nerf optique au côté externe du cristallin, les rayons qui, nonobstant la position latérale de l'œil, pourraient parvenir à la fois aux deux organes, des objets fort éloignés, sont nécessairement interceptés. Il en résulte donc pour l'oiseau 1° l'impossibilité de regarder des deux yeux à la fois le même objet s'il est contenu dans un cône dont les côtés seraient compris dans l'angle que forment les plans des deux écrans, et 2° la nécessité de voir et de regarder à la fois deux horizons opposés, et les objets situés sur ces horizons. Quant à la difficulté, pour ces animaux, de voir ces objets à la fois, tirée de ce que cela ne nous est pas possible dans l'état ordinaire de notre vue, outre que dans le strabisme et dans la diplopie on voit réellement les objets doubles, l'objection me paraît bien légère. Car, pourquoi, dans le mécanisme des yeux latéraux qui ne peuvent voir ensemble le même objet, et qui, au contraire, en regar-

dent forcément deux, serait-il plus impossible, de voir deux images à la fois, qu'il ne l'est pour nous de sentir deux odeurs, de goûter deux saveurs, de toucher en les distinguant deux corps inégalement chauds, ou durs? D'ailleurs l'objection tombe devant le fait. Les caméléons regardent à la fois des points situés aux deux extrémités latérales de leur horizon; et en faisant décrire aux axes de leurs yeux des cercles en sens opposés, ils leur impriment des mouvements contraires, suivant la mobilité différente de ce qu'ils regardent. Et il faut que leur œil soit bien juste et bien prompt; car, ne vivant principalement que de mouches pas plus grosses que celles de notre climat, ils ne doivent presque jamais manquer leur coup en les attrapant, puisque j'ai trouvé dans un seul caméléon plus d'un millier de ces insectes.

5°. La *grandeur de la pupille* qui mesure la quantité de lumière employée à la vision, tient à la mobilité de l'iris. Les mouvements de cette membrane donnent lieu à des phénomènes purement physiques, qui ont été étudiés plus haut.

La cause de ces mouvements étant un phénomène nerveux, nous en parlerons dans le deuxième paragraphe.

6°. *Causes de la presbytie et de la myopie.* Ces deux états de la vue tiennent uniquement à des différences de sphéricités des yeux. en-deçà ou

au-delà d'une forme moyenne. Ces différences sont presque toujours semblables dans les deux yeux ; de sorte que la convexité de la cornée de l'œil droit est égale à celle de l'œil gauche, etc. Et c'est parce que la forme de l'œil change que les myopes deviennent presbytes dans la vieillesse. M. Fodéra a observé, à la suite d'une inflmamation, une myopie accidentelle de l'œil droit sur un homme de soixante ans qui avait toujours été presbyte des deux yeux, et se servait de verres convexes. Le changement de sphéricité a pu dépendre de l'augmentation des humeurs de l'œil, qui l'auront rendu plus convexe, ou de l'épaississement des membranes transparentes, rendues aussi par-là plus convexes encore, ou de ces deux causes ensemble.

7°. *Causes de cécité naturelle.* Tous les animaux nocturnes ou vivants dans l'obscurité, ne sont pas nécessairement nyctalopes.

Car la taupe et les rongeurs dont j'ai parlé n'ont pas même de nerf optique, et chez le zemni le muscle peaucier double la peau au-devant du vestige d'œil, auquel ainsi la lumière ne peut pas même parvenir. M. Magendie a ôté à des taupes ces vestiges d'yeux, et comme dans les expériences de Spallanzani sur les chauve-souris, les allures de ces animaux n'en étaient point changées. Tout ce que l'on a dit dernièrement pour prouver l'existence de la vue chez les taupes, n'est pas même spécieux. Le nerf ophtalmique con-

serve chez ces animaux sa fonction relative au toucher.

La plupart des vraies chauve-souris, surtout les rhinolophes, etc., ont l'œil le plus rudimentaire, après les insectivores et les rongeurs souterrains. Cet œil est si peu utile chez plusieurs espèces, que Spallanzani l'a détruit, sans qu'elles fussent moins adroites à se diriger dans les détours de galeries sinueuses.

Enfin dans les effraies, chez les oiseaux de nuit, l'appareil nerveux de la vision est au minimum du développement que je lui ai trouvé sur le reste des oiseaux. Chez les aigles les lobes optiques représentent au moins le tiers de la masse encéphalique; dans l'effraie (strix Flammea) ces mêmes lobes ne représentent pas le vingtième de l'encéphale. Les yeux et les nerfs optiques n'ont guère des proportions plus avantageuses. Mais de tous les oiseaux, ils ont l'organe de l'ouïe le plus merveilleusement construit.

§ II. *Phénomènes nerveux de la vision.*

Ces phénomènes consistent dans l'action de la rétine, du nerf et du lobe optique. Une autre action a été récemment découverte, c'est l'influence de la cinquième paire.

1°. *Action de la rétine.* On n'avait admis jusqu'ici qu'une action purement vitale dans la ré-

tine; et le mécanisme en était complètement inconnu.

Or, le plissement de cette membrane donne lieu à un phénomène purement physique; c'est une multiplication des contacts de la lumière transmise à travers la transparence des plis, contacts dont le nombre dépend de celui des plis.

Voici d'abord quelques faits observés dans les animaux à rétines plissées, et qui leur sont propres exclusivement.

De hauteurs athmosphériques où ils sont presqu'invisibles pour nous, l'aigle, le faucon, le milan reconnaissent d'un regard, sur des horizons de plusieurs lieues, le lièvre, la perdrix, ou le reptile, que leur couleur, confondue avec celle du sol, quand ils sont immobiles, dérobe pourtant à notre vue à demi-portée de fusil. La justesse de la vue de ces oiseaux est démontrée par cette chute foudroyante qui, du plus haut des airs, les précipite sur la plus petite proie. Aussi en fauconnerie cette chute s'appelle *foudre*, et voir vite, juste et de loin, c'est, dit-on en proverbe, avoir un œil d'aigle. Nul autre oiseau n'offre rien de comparable. Car les points de vue des aigles, des faucons, etc., sont pris sur des objets d'une telle petitesse que leur immense distance ne laisse pas concevoir comment leur image peut, de si loin, se former distincte. Quelque chose doit donc suppléer à la petitesse de cette image. Il ne faut pas

avoir égard seulement à la hauteur atmosphérique, ou à la distance oblique ou verticale que traverse le rayon visuel, mais au volume réel des objets sur lesquels ce rayon est dirigé. Car dans leurs voyages périodiques presque toutes les espèces du grand genre des canards, les cygnes, les oies, etc., s'élèvent aussi à de très-grandes hauteurs. Mais leurs points de vue, leurs lignes de direction sont de grands lacs, les bassins des fleuves, les larges et réfléchissantes surfaces de leurs eaux qui les dessinent avec éclat, sur le fond obscur environnant; ce sont enfin les grandes chaînes de montagnes, dont les sommets glacés ou neigeux rayonnent aussi par réflexion. Un œil d'aigle n'est pas nécessaire pour reconnaître, même de fort loin, de tels objets. Notre œil, dont nous connaissons la portée, en conserve la vue aux plus grandes hauteurs où parvient l'aéronaute. Or, l'œil des oiseaux dont nous venons de parler, ne diffère du nôtre, pour la structure de la rétine et du nerf optique, que par le plissement.

C'est donc à ce mécanisme que les falco doivent l'immense supériorité de leur vue, puisque c'est là la seule différence de cet œil avec celui des autres oiseaux, sauf, toutefois, le plus grand volume et la plus grande cavité de leur lobe optique.

Or, voici l'explication, évidente pour la rétine, du mécanisme de cette correspondance d'action et de structure.

a. Mécanisme des rétines plissées. Dans tous ces oiseaux, et en proportion de l'énergie et de la portée de leur coup-d'œil, l'amplitude du plissement se fait sur une telle largeur que, vu leur nombre, plusieurs plis, deux ou trois, quatre, par exemple, dans les aigles, sont superposés. Et comme les surfaces de ces plis sont libres d'adhérence, et leur épaisseur, assez transparente pour être traversée par les rayons, il suit que dans sa transmission, jusqu'à la choroïde qui forme la limite de son prolongement, la lumière touche quatre fois autant de surfaces nerveuses qu'il y a de plis. Si l'on admet que l'impression sur la rétine résulte du contact avec les surfaces, lorsqu'il y a quatre plis adossés, il y a seize points de la surface de la membrane, touchés par le rayon, au lieu de deux qui le seraient si la rétine était lisse, comme chez les mammifères, les canards, etc. Or, il est évident que l'impression a lieu seulement aux surfaces. Car si le rayon devait seulement traverser une épaisseur donnée de matière, le plissement serait un mécanisme superflu. Il aurait suffi que l'épaisseur appartînt à une seule lame membraneuse. Il y a plus, il paraît même que dans tous les cas, cette épaisseur ne doit pas excéder une certaine limite. Car, excepté chez la seule lamproie, la rétine a constamment une épaisseur sensiblement égale, depuis le bœuf et l'homme jusqu'à l'aigle, aux canards ou aux gallinacés.

Des phénomènes déjà connus, mais dont les physiologistes n'avaient pas saisi le rapport avec le mécanisme de la vision, donnent une preuve péremptoire de cette explication du mécanisme des rétines plissées.

Durant le jour, par un ciel serein, la lumière des étoiles, qui n'est qu'un soixante-quatrième de l'éclat lumineux de l'atmosphère, est insensible à notre œil. En général, tout corps projeté et immobile sur un plan avec lequel il a ce même rapport d'intensité lumineuse, est invisible. Mais si par un déplacement, soit du corps sur ce plan, soit de l'image des étoiles dans une lunette, on leur fait parcourir un certain arc, répété sur la rétine par le déplacement du foyer de leurs rayons, ce corps ou l'image de l'étoile devient visible.

Or la seule cause de la visibilité, c'est la réitération des impressions portées successivement sur différents points de la rétine, en raison de l'amplitude de l'arc parcouru. La somme d'un certain nombre d'impressions, dans un temps donné, peut donc rendre visible un corps qui ne le serait pas si l'intervalle des impressions était plus grand, ou si leur nombre ne l'était pas assez. Ce qui suppose que l'impression de la lumière n'est pas instantanée. Et c'est ce que prouve une expérience vulgaire, dans laquelle on peut même déterminer la durée de l'impression. Cette expérience consiste à

mouvoir circulairement un point lumineux, avec assez de rapidité pour que la circonférence soit une ligne continue de lumière. Car il est clair alors que l'impression, faite par le corps lumineux au point du départ, durant encore lorsque commence l'impression faite par son retour au même point, le diamètre de ce cercle mesurera la durée de l'impression.

L'addition des impressions successives est donc d'autant plus efficace qu'elles se succèdent plus rapidement.

Il n'y a rellement pas de différence pour le mécanisme, entre l'effet d'un nombre donné de contacts, ou d'impressions sur un arc de rétine lisse, et l'effet d'un même nombre de contacts à travers un nombre suffisant d'épaisseurs adossées par les plis d'une rétine plissée. Un objet en repos et d'une très-faible intensité lumineuse, produit donc sur une rétine plissée, et en raison du nombre de ses plis, la même impression qu'un déplacement de ce même objet lui ferait produire, en parcourant un arc suffisant sur une rétine lisse. Il suit en outre de ce dernier fait, qu'il n'y a pas sur la rétine un seul point de sensible, mais que toute la surface en est également susceptible.

b. Insensibilité tactile de la rétine. On avait cru que la propriété, en vertu de laquelle la rétine éprouve les impressions de la lumière,

était du même genre que celle en vertu de laquelle les nerfs éprouvent les contacts, les chocs, etc. ; qu'enfin l'action de la rétine sur la lumière n'était qu'un toucher plus exquis, infiniment plus parfait. L'expérience a démenti cette supposition chez l'homme, les mammifères et les oiseaux ; et tout porte à croire qu'il en est de même chez les reptiles. L'on avait déjà pu remarquer dans l'abaissement du cristallin, lors de l'opération de la cataracte, que les pressions de ces corps sur la rétine ne causent pas de douleurs. M. Magendie, en opérant plusieurs cataractes, dans la vue de vérifier l'insensibilité de la rétine aux piqûres, aux déchirements, telle qu'il l'avait déjà constatée sur les animaux, s'est assuré qu'il en est de même chez l'homme.

Ainsi donc la rétine, tout en jouissant du pouvoir de sentir la lumière, ne peut pas même toucher les corps les plus durs, et ses déchirements ne causent pas de douleurs.

Il en est de même du nerf optique. Tout en transmettant l'impression lumineuse, il ne peut être affecté par aucune irritation mécanique et chimique, excepté chez quelques oiseaux.

Il est donc évident que le nerf optique et la rétine ne jouissent pas à cet égard des mêmes propriétés que les autres nerfs.

c. Paralysies partielles de la rétine. Non-seulement tous les points de la rétine sont susceptibles de recevoir l'impression de la lumière et des images qui y sont projetées, et par conséquent chaque segment que l'on voudra peut être séparément actif, mais une partie, une moitié, par exemple, de la rétine peut être paralysée, l'autre conservant tout son pouvoir. Et cet effet peut être commun aux deux yeux ou particulier à un seul. Plusieurs faits observés sur eux-mêmes par MM. Wollaston et Arago, et un autre plus curieux encore, que nous observons en ce moment sur une personne qui rend compte de ses sensations avec la précision de l'esprit le plus juste et le plus exercé, M. le comte de M***, donnent de ces phénomènes les plus exactes notions.

A dix-neuf années d'intervalles, il est arrivé à M. Wollaston de ne voir les objets que d'un côté de l'axe de la vision. La première fois, la vue était perdue du côté gauche de chaque œil; la seconde, du côté droit, à environ trois degrés du centre de la rétine. Le phénomène ne dura que dix minutes la seconde fois; la première il fut aussi passager.

Des phénomènes analogues ont été observés par M. Wollaston sur deux personnes de sa connaissance. Chez la première ils sont parmanents, et existent du côté gauche dans les deux yeux. Elle voit son écriture, sa plume, mais n'aperçoit pas sa

main. La seconde a le côté droit de chaque rétine paralysé, à la moindre indigestion. M. Arago a éprouvé trois fois une altération semblable : les deux premières fois, il ne voyait pas les objets situés à droite de l'axe de vision ; la troisième il ne voyait, au contraire, qu'à droite de cet axe.

Enfin, M. de M***, à la suite d'une fièvre cérébrale, a, depuis un mois, le côté externe de la rétine gauche insensible. De cet œil, il ne voit que les objets situés à gauche du centre de vision. Et comme en même temps cet œil a son axe dévié en dehors par une paralysie du nerf de la troisième paire, d'où résulte aussi une procidence de la paupière supérieure ; quand il regarde des deux yeux, il voit les objets doubles. Mais ce qui est plus singulier encore, c'est que, l'œil droit étant fermé, la perception de l'œil gauche lui fait voir les objets déplacés de vingt à vingt-cinq degrés à droite de leur position. Les objets ne sont donc pas vus dans leur position réelle, uniquement parce que leur image occupe sur chaque rétine une place correspondante.

Dans ce cas, où plus de la moitié de la rétine est insensible, on en peut aisément déterminer l'étendue par l'arc que parcourt, sans cesser d'être visible, un objet en mouvement, l'œil restant immobile.

2°. *Action du nerf optique.* Jusqu'ici le mécanisme du rapport entre l'action et la structure

est évident : l'analogie seule va l'indiquer maintenant.

On a vu, dans le livre précédent, que pour tous les organes du système cérébro-spinal, les actions sensitives ou intellectuelles étaient proportionnelles aux surfaces de ces organes; que ces actions conservaient leur intégrité malgré les désordres survenus dans la masse ou la solidité des organes, toutes les fois que les surfaces n'y étaient pas intéressées; et nous venons de voir que pour la rétine, l'intensité de l'impression était en raison, non pas seulement de la masse ou de l'épaisseur de matière, mais en raison des surfaces qui terminent cette matière.

Or, dans ces mêmes oiseaux, où la rétine est ainsi plissée, le nerf optique l'est aussi lui-même, et sur une amplitude d'autant plus grande que la vue est plus étendue et plus nette. Une construction si délicate et si différente de celle qui existe chez les mammifères, serait-elle sans utilité? N'en est-il pas évidemment de ces surfaces libres ou bridées, comme de la multiplication progressive de celles qu'on observe sur les cerveaux des animaux, en proportion de leur intelligence, comme des adhérences ou des brides celluleuses ou membraneuses, qui réduisent plus ou moins l'état de liberté des surfaces cérébrales dans l'espèce humaine, lors des maladies aiguës ou chroniques du cerveau? Et comme dans tous ces cas de physiologie

comparative des espèces, ou de physiologie pathologique de l'homme, les phénomènes n'ont aucun mécanisme connu, mais que l'on voit seulement un rapport constant entre ce mécanisme, quel qu'il soit, et l'étendue des surfaces; il nous suffit ici de démontrer cet état des surfaces, et de constater leur correspondance avec l'action connue de l'organe.

On conçoit d'après ce rapport, que la transmission des impressions vers l'organe percevant, est d'autant plus facile et plus parfaite, qu'elle se fait par des surfaces plus étendues et plus libres, et qu'elle est d'autant plus rapide que la distance est plus courte.

Or ces deux conditions existent au plus haut degré dans les falco parmi les oiseaux.

Voici de cette théorie une autre démonstration réciproque à celle que je viens de donner.

On sait que l'inaction absolue d'un organe y détermine une atrophie constante, mais plus ou moins considérable suivant sa texture; par exemple, l'immobilité d'un os de la locomotion, n'y entraîne qu'une diminution insensible de nutrition, et partant de volume et de masse. Mais l'action des organes où les systèmes vasculaires et nerveux prédominent, y produit des amaigrissements dont le degré est en raison de la durée de l'inaction, de la quantité de vaisseaux et de nerfs qui s'y distribuent, et de l'intensité d'action dont l'organe jouis-

sait auparavant. L'activité de la nutrition dans un organe, y est donc d'autant plus grande, que cet organe sert à une fonction où la sensibilité se trouve plus intéressée. Les muscles, et parmi les glandes, les testicules offrent les extrêmes des atrophies, soit pathologiques, soit par simple inaction.

Nœthig et Sœmmering (*De decussatione nervor optic. moguntiæ*, 1786), recommençant, dans le but de savoir si les nerfs optiques s'entrecroisent ou non, des observations déjà faites sur l'homme par Vesale, Rolfink, Morgagni, Isenflamm, etc., ont constaté sur l'écureuil, le cheval, le cochon, le chien, le chat, que la cécité d'un seul œil, l'autre restant sain, cécité dont ils ne déterminent malheureusement pas toujours ni la durée ni la cause, la plupart toutefois provenant de cataractes ou de tayes, déterminent dans l'œil plusieurs changements anatomiques dont on n'avait jusqu'ici aperçu ni les rapports, ni les conséquences principales. 1° Le globe de l'œil perd quelquefois les deux tiers et même les trois quarts de son volume, d'où résulte un rétrécissement équivalent de l'orbite. 2° Le nerf optique, souvent raccourci de plusieurs lignes, n'a plus la moitié du calibre du nerf sain, et cette réduction est uniforme sur toute sa longueur. Le trou ou le canal optique du sphénoïde, comme l'orbite par rapport à l'œil, éprouve un rétrécissement équivalent à l'atrophie du nerf. 3° Outre la diminution de son vo-

lume, le nerf perd aussi sa substance blanche, remplacée par une matière grise presque transparente. 4° La consistance du nerf, à la fois atrophié et transformé, est plus dure et presque cartilagineuse, et cette nouvelle matière nerveuse ou ce nouveau nerf, adhère davantage à son névrilemme. 5° Les trois premières altérations se continuent du côté opposé vers la couche optique. M. Magendie (*journ. de physiol.* t. III) vient de constater la proportion et le progrès de ce phénomène chez l'homme. Sur un homme borgne depuis trente ans, le nerf de l'œil était atrophié en avant de l'entrecroisement, mais pas au-delà. Sur une fille borgne depuis sept ans, l'atrophie était à peine sensible. Sur un jeune garçon de quatorze ans, aveugle depuis le quatrième mois de sa naissance, M. Wrolik (*Mém. d'anat. et de physiol.* in-4°, Amsterdam, 1822), n'a pas trouvé aux nerfs optiques derrière l'entrecroisement, et aux couches optiques, le tiers du volume propre à cet âge. Le retrait de l'orbite et du trou optique répondait à une atrophie plus extrême encore du globe de l'œil et du nerf devant l'entrecroisement. Les nerfs optiques étaient en outre dans ce dernier trajet extraordinairement durs, et de couleur grisâtre. Or, il faut observer que l'organe n'avait jamais été exercé, pour ainsi dire, chez cet enfant. Enfin Morgagni (*lib.* 1 *de morbis capitis; epist.* 13, *art.* 10 : *epist.* 52, *art.* 30 : *epist.* 63, *art.* 6) et J. G. Beer (Lehre

der Augenkrankheiten, vol. 2, p. 50, Wien, 1792) ont rencontré dans tous les cas de double ou de simple cécité, par quelque cause que ce fût, le nerf optique décoloré et changé en une simple gaîne membraneuse, jusqu'à l'entrecroisement seulement. Or il fallait que ces cécités fussent bien anciennes, car les exemples observés par M. Magendie montrent que l'atrophie ne s'établit que très-lentement chez l'homme. Les nombreux exemples observés par Sœmmering chez les mammifères, et où l'atrophie avait enlevé jusqu'aux trois quarts du volume, prouvent que son progrès y est beaucoup plus rapide que chez l'homme. Et M. Magendie lui-même a vu qu'après un an ou même six mois seulement de la perte d'un œil chez les chiens, les chats, etc., le nerf optique est atrophié et jaune, mais en-deçà seulement de l'entrecroisement. Or, on vient de voir que tous les animaux observés par Sœmmering, l'emportent de beaucoup sur l'homme pour l'énergie et la portée de la vue. Bien plus, M. Magendie vient de démontrer par expérience une rapidité d'atrophie autrement accélérée encore que dans les mammifères.

Dans les oiseaux, par suite de la seule opacité de la cornée, au bout de trente, vingt ou même douze jours, 1° le nerf de l'œil inactif est atrophié et jaune, 2° l'atrophie existe au-delà de la jonction jusqu'au lobe optique, atteint aussi d'atrophie, 3° la matière médullaire du nerf a dispa-

ru de la gaîne fibreuse, où un tissu cellulaire jaunâtre la remplace, 4° enfin la lame nacrée rayonnante a disparu de la surface du lobe optique, devenue également jaunâtre.

Il résulte donc de tous ces faits que l'inaction de l'organe, sans autre altération que l'opacité, soit du cristallin, soit de la cornée, amène l'atrophie du nerf par la disparition de la matière médullaire que remplace un plus petit volume d'une substance grise ou jaunâtre; que dans l'homme, cette atrophie ne s'opère que par un progrès si lent, qu'il faut trente ans pour que l'effet soit bien sensible, et qu'elle ne s'observe que très-rarement au-delà de l'entrecroisement ; que chez les mammifères dont la vue est supérieure à celle de l'homme, l'atrophie, bien plus prompte à se faire, se prolonge sur toute la longueur du nerf, et même atteint la couche optique; qu'enfin dans les oiseaux, bien mieux partagés encore que les mammifères sous ce rapport, l'atrophie envahit la totalité de l'appareil optique dans une très-courte durée. Or, puisque l'atrophie est d'autant plus grande et plus étendue, et son progrès d'autant plus rapide, que l'animal jouit d'une vue plus énergique et plus parfaite, et puisque l'observation montre qu'à cette perfection de la fonction correspond constamment une structure elle-même plus perfectionnée, et dont la mesure est représentée par des volumes et des surfaces que diminue la simple privation de

la lumière; il s'ensuit évidemment que ces divers mécanismes sont la cause de cette perfection.

Il restait à démontrer que les rétines plissées participent également à ces changements. Et comme leur mécanisme est justement le plus compliqué de tous ceux qui concourent au perfectionnement de la structure de l'œil, comme en outre l'explication physique que nous avons donnée de ce mécanisme lui assigne la plus grande importance dans la vision, cette démonstration va confirmer notre théorie par l'expérience pathologique.

Sur les yeux sains d'un aigle royal, mort à la ménagerie, j'avais observé que la rétine était plissée sur une moindre amplitude que dans des aigles pygargue et même des milans, tués à la chasse, et dont la vue n'avait conséquemment jamais subi de diminution dans son exercice. Et cependant sa vie de montagne assigne à cette espèce une grande supériorité de vue sur les oiseaux de proie de nos plaines et de nos forêts. Mais aussi, sur un autre aigle royal, aveugle d'un œil par ophtalmie suppurée, et de l'autre par simple opacité de la cornée, je trouvai la rétine parfaitement lisse, et sans la moindre ride. Le nerf optique aussi avait perdu les deux tiers de son volume, mais le nombre de ses lames était encore distinct. J'ignore depuis combien de temps l'oiseau était aveugle. Quoi qu'il en soit, les plis qui existaient encore chez l'autre avaient eu le temps de disparaître. Par une inaction

absolue, par la privation complète de la lumière et sans autre cause maladive, les plis de la rétine s'étaient donc entièrement effacés. Répugne-t-il d'admettre que chez le premier aigle la petitesse relative du plissement, comparé à celui des aigles pêcheurs, des vautours, etc., tués à la chasse, était elle-même un effet d'atrophie? Car, puisqu'après douze jours de simple privation de la lumière, M. Magendie a obtenu tous les effets de l'atrophie sur des pigeons bien inférieurs aux falco pour la vue (et les atrophies sont d'autant plus grandes et plus rapides, que l'œil de l'animal est plus perçant), n'est-il pas évident que pour un aigle habitué à des horizons de plusieurs lieues, et à des hauteurs de plusieurs milliers de mètres, l'immense rétrécissement et l'obscurité du champ de la vision, dans une cage de quelques pieds, doivent infailliblement atrophier son œil? Il n'y a de différence entre lui et les pigeons expérimentés, que le degré de la cause agissante, c'est-à-dire de la privation de la lumière. Or, l'on conçoit que les effets accumulés par une longue durée, quand le degré de la privation est aussi grand, puissent égaler ceux que produit en douze jours une privation absolue : l'aigle en question vivait à la ménagerie depuis trois ans.

On peut donc conclure de l'état de la rétine chez ces deux aigles, que dans cette espèce, l'amplitude du plissement de la rétine excède tous les degrés de son existence ailleurs, et que ce plissement dis-

paraît néanmoins par une assez courte captivité de l'oiseau, dans une cage étroite et obscure.

La réunion plus ou moins complette des mécanismes de perfectionnement dont est susceptible l'œil des oiseaux, coïncide donc avec des degrés correspondants d'énergie optique, et peut servir de mesure à ces degrés.

La diversité de la vue chez les animaux s'explique donc sans causes occultes, sans états spécifiques et indéterminables de la matière nerveuse et autres suppositions arbitraires, puisque effectivement chacun des éléments optiques se trouve groupé ou isolé dans des combinaisons différentes, suivant le degré d'énergie de l'organe. Ainsi, les gallinacés, où l'œil est à proportion beaucoup plus petit, le nerf plus mince et plus long, le lobe optique plus petit aussi que dans les canards, en diffèrent-ils sous le rapport de la vue par des habitudes qui toutes s'exercent terre à terre, au lieu de s'élever comme eux dans les airs. Et c'est ici l'occasion de montrer un exemple admirable de cette loi, que nous avons exposée ailleurs, sur la corrélation des formes dans l'organisation. Dans les gallinacés qui vivent terre à terre, l'organe de la vue est construit pour une aussi courte portée que les ailes. Au contraire, dans les espèces de canards ces deux systèmes d'organe, sans parvenir à leur *maximum*, ont été simultanément accrus dans une propor-

tion bien supérieure. Enfin, chez les falco la plénitude simultanée d'accroissement des organes du vol et de ceux de la vue, achève de démontrer cette nécessité de rapports. Sans ces correspondances de grandeur et de forme entre certains organes, l'harmonie de l'ensemble ne pourrait exister, et le défaut de mesure ou de conformation de l'un rendrait impossibles les actions de l'autre. On sait que la position ou la direction réelle d'un objet situé sous l'eau diffère de la position ou de la direction apparente ; et que, si l'on veut, par exemple, tuer à coups de fusil du poisson, un rat d'eau, une loutre nageant au-dessous de la surface, il faut en pointant tenir compte de la quantité de réfraction déterminée par la profondeur où se trouve l'objet. A plus forte raison conçoit-on que l'œil habitué à un milieu d'une réfringence donnée comme l'air, ne pourrait voir dans un milieu plus réfringent, comme l'eau, si la structure n'est pas modifiée pour ce double exercice. Or, on a vu (liv. III) qu'un segment d'environ la moitié de la rétine est plissée dans le petit plongeon, et que le nerf optique des martins-pêcheurs est plissé comme celui des falco. Malheureusement je ne connais pas l'état de la rétine du martin-pêcheur. Mais le cristallin de tous deux est sphérique, et leur œil est aplati sensiblement. On voit tout de suite la corrélation de la modification de l'œil de ces animaux avec leurs habitudes et leur existence. Le

plongeon poursuit ou va chercher sa proie sous l'eau, mais sans que le rayon visuel subisse une double réfraction dans l'air et dans l'eau. Au contraire, l'effet total de la construction de l'œil du martin-pêcheur doit être nécessairement combiné sur ces deux réfractions. Car, sans cesse perché, immobile, sur quelque roseau, guettant avec une patience infatigable l'approche du poisson, il s'élance dessus comme un trait, et le saisit dans l'eau, en décrivant, au-dessous de la surface, une courbe parabolique, comme l'obus dans l'air. Son coup-d'œil est si juste, il a si bien visé, que rarement il manque sa proie.

Cette double modification par l'aplatissement de la chambre antérieure de l'œil et la sphéricité parfaite du cristallin, coïncidant avec des plissements de la rétine et du nerf optique dans les oiseaux, qui doivent voir si vite et si juste dans l'eau, conduit aux poissons par une transition naturelle.

Il est évident que, selon leurs habitudes, les nécessités alimentaires de leur existence, la nature des eaux qu'ils habitent, les poissons doivent offrir, dans la force et dans la portée de leur vue, les mêmes diversités que les animaux a ériens.

Il est encore évident que, pour les poissons où ce sens doit avoir quelque activité (car il ne l'a pas à beaucoup près chez tous) un renforcement

d'action, un perfectionnement de l'œil indéfiniment supérieur à celui des animaux aériens pour un égal degré d'effets, est nécessité chez eux par la nature même d'un milieu liquide et en proportion de la densité de ce milieu.

Car d'abord une partie de la lumière incidente à la surface des eaux y étant réfléchie, et la transmission de ce qui y pénètre devenant de plus en plus incomplète, parce que des rayons sont réfléchis par les ondes de courants inférieurs, et d'autres rayons absorbés par des perturbations locales de la transparence des eaux, les poissons, quant à la lumière diffuse qui les entoure, se trouvent réellement dans le cas des animaux à vue nocturne. Et ensuite, cette lumière diffuse étant plus fortement réfractée dans l'eau que dans l'air, d'après les densités et les profondeurs du liquide, il faut que l'œil qui doit agir sur elle, et l'extraire pour ainsi dire de sa sphère d'attraction, soit pourvu d'un excès de force suffisant. L'on ne connaissait chez les poissons d'autres éléments de cet accroissement que l'aplatissement de la cornée et de tout le devant de l'œil, sur une projection à peu près plane, la sphéricité parfaite du cristallin et la petite quantité de l'humeur aqueuse.

Or il existe, chez les poissons comme chez les oiseaux, plusieurs combinaisons différentes du mécanisme de la rétine, du nerf, et en outre de

ces feuillets que j'ai décrits au premier livre, dans la cavité des lobes optiques.

1°. Le plissement simultané de la rétine, du nerf et des feuillets du lobe;

2°. Le plissement isolé, soit du nerf, soit de la rétine, coïncidant ou non avec des plissements dans la cavité du lobe;

3°. Absence de plissements dans ces trois parties à la fois sans appareil compensateur, résultant, soit du plexus choroïdien, soit du miroir choroïdien;

Et 4°. absence de ces mêmes plissements, coïncidente avec l'un de ces appareils compensateurs.

Dans le cas de la première combinaison sont les spares, les muges, les zeus, les scombres, les belone, les trachinus, les scorpènes, les trigles, etc.;

Dans celui de la deuxième, les tétrodons, les clupes, les exocets;

Dans celui de la troisième, les murènes, les silures, les cyprins, les échenéis, les lamproies, les torpilles;

Dans celui de la quatrième, 1° les gades, les pleuronectes pourvus de glandes choroïdiennes; 2°. les raies, les squales, les esturgeons pourvus de miroirs choroïdiens.

Or, tous les poissons des deux premières divisions, de la première surtout, sont ou pélagiens ou voyageurs. Le plus grand nombre de ces pélagiens appartient aux mers tropicales inondées de lumière

et où ils vivent près de la surface. Tous, excepté les muges, se nourrissent de proies vivantes, qu'ils chassent seulement à vue, puisque chez tous, sans exception, l'odorat est plus ou moins rudimentaire. Il leur faut donc la même portée, la même justesse, la même rapidité de coup-d'œil qu'aux oiseaux de proie dans l'atmosphère. Enfin, tout ce que l'on sait des habitudes de ces poissons leur assigne une atmosphère plus lumineuse.

Dans la plupart de ceux de la première classe le diamètre de l'œil est ordinairement entre le 10ᵉ et le 15ᵉ de la longueur du corps; et chez d'autres, le zeus-faber entre autres, il n'est pas plus du 6ᵉ au 7ᵉ. Toujours alors la longueur du nerf optique est une fraction du diamètre de l'œil. Dans les zeus, les scombres, les muges, etc., cette fraction n'en est pas le quart. En même temps par le grand nombre de feuillets, de lames, ou de cannelures qui existent dans la cavité des lobes optiques, l'étendue des surfaces de cette cavité peut excéder douze ou quinze fois son pourtour sphérique.

Parmi ceux de la troisième classe, les murènes, les lamproies, les cyprins, habitent la vase ou les eaux bourbeuses; beaucoup de silures, les eaux souterraines, et des profondeurs où l'extinction de la lumière est complète. Tous ont pour se guider d'autres sens dont les organes, rudimentaires chez ceux des deux premières classes, sont parvenus, chez eux, à un maximum de développement. Alors le diamètre de

l'œil n'est pas quelquefois la soixantième ou la soixante-dixième partie de la longueur du corps ; le nerf optique est de quatre à six fois plus long que le diamètre oculaire, et la matière médullaire ne représente qu'un filet plus ou moins mince dans l'axe d'un névrilemme fort épais et toujours adhérent. Alors aussi le lobe optique est de beaucoup le plus petit de l'encéphale, et l'épaisseur des parois en a presque effacé la cavité.

Les perfectionnements résultant des plissements de la rétine et du nerf optique, tout étant égal d'ailleurs pour l'amplitude de l'œil, produisent donc, chez les poissons, les mêmes accroissements d'énergie optique que chez les oiseaux.

5° *Action du lobe optique.* L'atrophie de la couche optique des mammifères, celle du lobe optique des oiseaux, prouvent assez la coopération de ces parties dans les phénomènes de la vision. Mais c'est surtout le lobe optique où la structure se complique et se perfectionne en proportion de l'énergie des phénomènes chez les oiseaux de proie, et chez les poissons osseux de mœurs semblables. Chez ces oiseaux, ce lobe est relativement cinq ou six fois plus volumineux que dans les oiseaux à vue ordinaire. Or, nous avons démontré que le volume des lobes encéphaliques, et l'amplitude de leurs cavités, croissaient avec l'énergie et la perfection de leur action.

Chez les poissons, dont l'atmosphère peut être si peu lumineuse, l'organe de la perception vi-

suelle a reçu, pour en multiplier l'intensité jusqu'à une conscience suffisante, des accroissements de surfaces bien plus productifs en étendue, que tous ceux qui résultent de mécanismes analogues, soit à la périphénie, soit dans la cavité des lobes encéphaliques, des mammifères mêmes. Et comme, d'après la comparaison des facultés aux structures, l'espèce et le degré d'intelligence dépendent du mécanisme des lobes qui sont développés au maximum, et surtout de l'étendue relative de leurs surfaces, les sentiments, les idées, toute l'existence intellectuelle de ces poissons, doit être principalement concentrée dans leurs lobes optiques. Pour le sens de la vue, c'est la statue de Condillac réalisée. D'après les lois que nous avons exposées, ces poissons ne doivent donc avoir que des sentiments et des idées relatives aux notions que peut donner la vue.

§ III. *Propriétés et influences des nerfs moteurs de l'œil et de l'iris.*

Tous les filets de ces trois nerfs se terminant, sans exception, soit dans les muscles de l'œil, soit dans les fibres de l'iris, il était évident que toutes les actions de ces nerfs étaient uniquement relatives au mouvement.

Et d'abord, quant à la troisième paire, dans l'homme elle excite les muscles élévateur, adducteur et abaisseur de l'œil, l'élévateur de la pau-

pière et le rotateur inférieur de l'œil. Mais comme le rameau qu'elle donne au globe de l'œil est fort petit et passe auparavant par le ganglion ophtalmique, on ne pouvait savoir si elle excite seule les mouvements de l'iris, ou bien s'ils sont produits par le ganglion, ou bien par l'action simultanée du ganglion et des filets correspondants de la troisième et de la cinquième paire.

1°. *Mouvement de l'iris.* L'anatomie comparée donne la solution de ce problème. Il n'y a pas d'iris plus mobile et à fibres plus robustes et plus nombreuses que celui des espèces des différents genres de falco. Or, le nerf qui se rend à l'iris d'un aigle est absolument aussi gros que la troisième paire toute entière de l'homme, et ce nerf est renflé en ganglion à son entrée dans l'orbite. Le nerf de la troisième paire produit donc les mouvements de l'iris, car ici aucun filet de la cinquième paire ne pénètre dans l'œil. Aucun ganglion extérieur au nerf n'y envoie de filets, et les filets de ce nerf s'épanouissent dans l'iris, avec un calibre supérieur à celui des rameaux qui pénètrent dans l'œil de l'homme.

Si l'on coupe le nerf optique sur un chien, sur un chat vivant, la pupille s'élargit et reste immobile. Sur les lapins et les cobaies, au contraire, la pupille se contracte, et puis reste encore immobile. Cela ne prouve pas, comme l'a dit M. Flourens, que la mobilité de l'iris ait sa source dans le nerf

optique; car la section de la cinquième paire et celle de la troisième ont les mêmes résultats. M. Herbert Mayo a reconnu les mêmes influences du nerf optique et de la troisième paire sur les pigeons, avec dilatation de la pupille. Comme la lumière, même concentrée par une lentille sur l'iris d'un œil sain, n'en excite pas les contractions, et qu'il faut pour cela que la lumière touche la rétine; comme après la section de la troisième paire, la concentration de la lumière sur la retine, l'irritation du nerf optique entier, ou de son bout supérieur quand il est divisé, n'ont plus d'effet sur la pupille; comme, enfin, l'irritation mécanique de l'iris par une aiguille à cataracte, n'excite non plus aucun mouvement de cette membrane : il est évident que l'action de la troisième paire sur l'iris est subordonnée à l'action même de la vision. C'est donc conséquemment aux sensations de la vue que, dans l'état ordinaire, s'exerce sur les nerfs de la troisième paire l'influence qui détermine les mouvements de l'iris. Dailleurs on a vu que l'exercice de la vue peut coïncider avec l'immobilité de l'iris si la troisième paire est parslysée, et réciproquement un œil étant frappé d'amaurose, l'iris peut continuer de s'y mouvoir comme celui de l'œil sain. On ne connaît donc pas complètement les lois de la sympathie entre la rétine et l'iris.

On sait d'ailleurs par des expériences de MM. Fo-

wler, Rinhold et Nysten, qu'en galvanisant la troisième paire on détermine la contraction de l'iris.

La mobilité de l'iris paraît proportionnée à la quantité et au volume des nerfs ciliaires ou iridiens. Au moins tous les animaux à pupille très-mobile, les aigles, les chats, etc., ont-ils un grand excès de nerfs iridiens, comparativement aux animaux à pupille peu mobile. Enfin, les poissons osseux, dépourvus de plexus choroïdien, n'ont pas de nerfs iridiens, et leur pupille est immobile. Il est donc certain que c'est par les nerfs de la troisième paire qu'est transmise l'influence motrice de l'iris. Il n'est donc pas probable que dans les animaux où les nerfs iridiens proviennent, les uns du ganglion ophtalmique, les autres directement de la cinquième paire, les uns servent à la contraction, les autres à la dilatation de la pupille, car la mobilité de l'iris coïncide également avec les deux autres combinaisons des nerfs iridiens.

Les mouvements de l'iris ne dépendent donc pas d'une sensation que cause l'impression de la lumière sur l'iris, mais de l'impression sur la rétine. Les nerfs iridiens ne sont donc pas conducteurs du sentiment, ils ne le sont que du mouvement.

Les mouvements que la branche ciliaire de la troisième paire imprime à l'iris, sont involontaire. Les autres branches conduisent-elles la même excitation ou celle de la volonté? Ensuite le nerf ciliaire conserve-t-il constamment sa pro-

priété de transmettre une excitation involontaire? On dit que le perroquet varie à volonté la dilatation de sa pupille. Les aigles en feraient-ils autant, et serait-ce à cela que se rapporterait l'existence d'un ganglion sur le nerf ciliaire? D'ailleurs comme notre pupille se dilate ou se rétrécit suivant que nous regardons le même objet de près ou de loin, il faut bien que la volonté s'exerce dans ce cas à notre insu.

2°. *Mouvements de l'œil.* Les mouvements de l'œil, comme ceux de la face et de la poitrine qui servent à la respiration, se rapportent à deux sortes d'excitation, l'une volontaire, l'autre involontaire. Dans le sommeil, par exemple, l'axe de l'œil est dirigé vers l'arc du sourcil, et l'on voit l'œil osciller vers cette position, chez une personne qui lutte contre le sommeil, qui tombe en syncope, ou qui est aux approches de la mort. C'est un présage funeste, quand ce phénomène arrive dans une maladie.

Enfin chaque passion, une émotion inattendue, donnent à l'œil des mouvements, des positions caractéristiques en harmonie avec l'expression simultanée du reste de la face.

Tous ces mouvements sont indépendants de la volonté, et arrivent même malgré sa résistance.

On sait au contraire avec quelle vitesse la volonté dirige les mouvements de la vue, qu'exécutent les muscles droits de l'œil. Mais on sait aussi

que la volonté peut déterminer les mêmes mouvements de l'œil qu'elle ne peut empêcher. Nous en avons la preuve au théâtre dans le jeu physionomique des bons acteurs.

Comme on le verra dans l'histoire de la septième paire, le même nerf peut indifféremment transmettre des excitations volontaires ou non. Et, quoiqu'il y ait des nerfs essentiellement involontaires et sur lesquels la volonté ne peut rien, ou ne le peut que pour très-peu de temps, au moins rien n'implique qu'il soit nécessaire que, partout et toujours, ces deux phénomènes se passent dans des nerfs différents. L'excitation de l'un de ces deux phénomènes n'a donc pour cause que l'espèce d'action inconnue qui se passe dans le système cérébro-spinal.

Ainsi, en posant le doigt sur uu œil fermé, on le sent s'élever vers le sourcil dans le moment même que l'on ferme l'autre. M. Ch. Bell l'a démontré en empêchant les paupières de se fermer d'un côté seulement, sur un chien, par la section de la septième paire. L'œil, mis en cet état, ne manque pas de se relever chaque fois que la paupière du côté opposé s'abaisse. Il en est de même dans le clignotement. Ces mouvements opposés de l'œil et de la paupière nettoient plus aisément la surface de l'œil.

Ce mouvement d'élévation involontaire de l'œil, n'est pas produit par le muscle droit supérieur. Car, sur un malade, où un ulcère de la paupiè-

re supérieure s'était propagé jusqu'à ce muscle, la pupille était abaissée en permanence. Mais quand l'œil se fermait par l'élévation de la paupière inférieure vers la supérieure, on voyait dans leur intervalle la pupille s'élever, et l'on distinguait la partie inférieure du globe oculaire. Le muscle oblique inférieur pouvait seul évidemment alors produire ce mouvement.

En outre, l'oscillation de l'œil vers le sourcil, dans l'évanouissement, dans l'extase de l'amour, dans la résistance au sommeil, oscillation contre laquelle la volonté est impuissante, dépend évidemment du muscle oblique inférieur. Ce muscle est donc essentiellement involontaire. Cette conclusion est d'accord avec la loi générale, que les muscles involontaires sont les derniers en action dans les affections du cerveau et aux approches de la mort. Car, les oscillations de l'œil sont alors constantes, et ce sont les seuls mouvements qu'il conserve long-temps après qu'il ne peut plus regarder. Eh bien! ce muscle oblique est animé par le rameau externe de la branche inférieure de la troisième paire, branche qui fournit aussi les nerfs de l'iris. Cette branche de la troisième paire est donc conductrice d'une influence involontaire et automatique.

a. La paralysie isolée de la troisième paire, distribuée aux trois muscles droits internes, et à l'oblique inférieur, donne lieu à des phénomènes

semblables aux effets de sa section. L'œil est fixé en dehors par la contraction permanente du muscle droit externe, et ne peut changer de direction. L'iris est dilaté et immobile, et la paupière supérieure pendante. Cette paralysie coïncide avec l'insensibilité de la moitié gauche de la rétine, chez M. de M***.

L'action simultanée de deux muscles droits, donne à l'œil des mouvements obliques, dans la vue. Mais cette obliquité de mouvement et de position est différente pour ses causes et son expression de deux autres obliquités que donnent les deux muscles obliques proprement dits. D'ailleurs la section de ces deux muscles sur un singe ne change rien aux mouvements volontaires de l'œil.

b. Le nerf de la quatrième paire, distribué au muscle oblique supérieur de l'œil, offre des différences de volume, qui coïncident avec des facultés ou des penchants déterminés des animaux. Chez les singes, comme Gall l'a déjà observé, il est relativement plus gros que chez l'homme. Il est aussi constamment plus gros chez les carnassiers que chez les herbivores. Et, comme dans la colère, chez l'homme et chez les mammifères, les yeux sont portés en avant, et de plus, en dedans et en bas, dans le mépris, le dédain, etc.; comme ce mouvement ne peut être imprimé que par le quatrième nerf qui se distribue seul au muscle oblique supérieur, les mouvements involontaires de l'œil, dans la colère,

le mépris, etc., dépendent donc de la quatrième paire. Et, comme chez tous les animaux qui vivent de proie cette émotion de colère accompagne la chasse ou le meurtre, on voit la raison de la constance, et même très-souvent de l'excès du volume de ce nerf, dans les quatre classes de vertébrés. Le nom de pathétique ne donne donc pas d'idées fausses sur ses fonctions, comme le prétend Gall (page 79); et Sœmmering a mal raisonné, en faisant de son existence constante, chez les mammifères, les poissons et les oiseaux (il aurait pu ajouter les reptiles), une objection contre cette expression des passions, soit de colère, soit de haine ou de mépris, qu'on attribuait à ce nerf chez l'homme. Aussi, sa section faite d'un seul côté, ou celle du muscle oblique supérieur qu'il anime, laisse sans antagonisme l'action du muscle oblique inférieur, qui porte l'œil en haut et en dedans, position qu'il ne quitte plus complètement, même avec les plus grands efforts. L'action réunie des deux muscles obliques porte l'œil en avant : mouvement très-prononcé dans la colère; on dit alors que les yeux sortent de la tête.

c. Le nerf de la sixième paire se rend au muscle abducteur de l'œil et à celui qui ferme la troisième paupière des oiseaux. Les mouvements de ce muscle sont involontaires (1). Le filet de ce nerf, qui

(1) La troisième paupière des mammifères se meut par

va au muscle de la troisième paupière des reptiles et des oiseaux, n'est donc pas conducteur de la volonté. L'autre filet, pour le muscle abducteur, est évidemment volontaire dans ces animaux comme dans l'homme et les mammifères.

Le même nerf n'est donc pas nécessairement conducteur exclusif de l'une de ces actions, et il est très-vraisemblable que les deux actions existent dans les mêmes filets du muscle abducteur, chez tous les animaux. Car, dans la peur, les yeux se tournent instinctivement en dehors.

Les trois nerfs moteurs de l'œil sont également insensibles; piqués, pincés, ils ne causent aucune douleur; contraste bien frappant avec l'extrême sensibilité des moindres filets de la cinquième paire qui se distribuent aux mêmes organes.

Leur seule action consiste donc à exciter la contraction des muscles.

On doit se souvenir que la troisième paire, la quatrième et la sixième n'existent dans aucun des animaux dépourvus de nerf optique.

D'autres influences sur les mouvements de l'œil sont exercées par le cervelet et sa commissure.

Par la blessure d'un pédoncule du cervelet, et surtout par sa section complète chez un mammi-

un autre mécanisme; sa partie postérieure s'attache à un petit corps élastique. Elle se porte en avant par le refoulement qu'occasione la rétraction du globe de l'œil, sur les graisses environnantes qui pressent le corps élastique.

fère, l'œil du côté blessé est porté en bas et en avant, et celui du côté opposé est fixé en haut et en arrière. La direction des deux yeux est conséquemment inverse.

Le même effet résulte de la section du pont de varole et du bord supérieur du quatrième ventricule. Or, dans les expériences où ces phénomènes étaient à leur maximum, les origines des nerfs moteurs de l'œil étaient intactes.

Il est impossible, dans l'état actuel de nos connaissances, de donner aucune explication de ces phénomènes.

CHAPITRE III.

INFLUENCES ET PROPRIÉTÉS DE LA CINQUIÈME PAIRE.

On a vu la cinquième paire fournir des nerfs à tous les organes des sens, et, chez les poissons, en distribuer même aux cinq extrémités du corps, savoir, aux deux paires de nageoires et à la queue.

Il y a une première remarque à faire sur tous ces nerfs, d'une structure au moins en apparence identique avec celle des nerfs ordinaires, c'est que la presque totalité de leurs rameaux et de leurs filets s'épanouit dans des organes dépourvus de fi-

bres musculaires, et tous incapables de se contracter, excepté l'iris. Or ce n'est que dans un petit nombre d'animaux parmi lesquels se trouve l'homme, que l'iris reçoit immédiatement des filets de la cinquième paire. Chez les oiseaux de nuit et de proie diurne, chez les poissons, chez les lapins, et même chez les chiens, non-seulement il n'existe pas de nerfs ciliaires directement émanés de la cinquième paire, mais même le ganglion ophtalmique des chiens ne reçoit aucun nerf de cette paire, et ne communique qu'avec la troisième paire. Excepté donc les muscles des mâchoires, et quelquefois ceux des paupières, par exemple, celui de la paupière supérieure dans le lapin, ceux du larynx et de la glotte dans les batraciens, tous les aboutissants externes de la cinquième paire ne sont point organes de mouvement. Par la seule considération de la nature des organes d'épanouissement, l'on est conduit à reconnaître que la cinquième paire est principalement un nerf sensitif.

Quelles sont ces actions sensitives de la cinquième paire? Se rapportent-elles à un ou plusieurs sens? Est-elle agent nécessaire ou principal de chaque fonction sensitive dans tous les cas? Ou bien y a-t-il des cas où, pour le même sens, elle est tantôt agent principal, tantôt accessoire, et où parfois même elle est suppléée par un autre nerf? On va voir que toutes ces conditions sont également réalisées.

Montrons d'abord que là où la cinquième paire n'est pas organe du mouvement, puisqu'elle ne s'épanouit pas dans les muscles, elle est l'organe du sentiment, et toujours à un haut degré.

Les barbillons, des carpes et des barbeaux, etc., reçoivent de très-gros nerfs de la seconde et de la troisième branche de cette paire, et il ne s'y rend pas le moindre filet nerveux d'une autre paire. Or, pour peu que l'on comprime mécaniquement ou que l'on touche avec quelque réactif chimique ces barbillons, on excite dans l'animal les plus vives agitations pour échapper à la douleur.

Il était par-là très-probable que là où la cinquième paire s'épanouit en même temps que d'autres nerfs dans des surfaces où des muscles viennent s'implanter, comme, par exemple, à la face et aux lèvres des mammifères, où les filets du nerf facial croisent dans tous les sens ceux du sous-orbitaire, du frontal et du maxillaire inférieur; les nerfs de la cinquième paire étaient seuls les organes de la sensibilité. En effet, là où il n'y a pas de mobilité à la face, comme chez les poissons, les oiseaux et les reptiles, là il n'y a pas de nerf facial, et le nombre, et le volume des filets de ce nerf croît justement en proportion de cette mobilité. Voilà pourquoi la face humaine est plus mobile que celle d'aucun autre animal. Mais, quoique l'on vît ainsi la mobilité de la face et le nerf facial manquer avec une simultanéité constante, dans les animaux où les

volumineux de la cinquième paire faisaient des diverses régions de la face, le siége de sens si délicats, cependant il était possible de concevoir que ces fonctions ne fussent pas ainsi réparties entre ces deux nerfs, là où ils existent simultanément.

L'expérience était donc nécessaire pour constater cette séparation. Or, M. Charles Bell en Angleterre, et M. Magendie en France, en coupant le nerf facial sur des singes, des ânes, des chiens, des chevaux, etc., ont paralysé les mouvements respiratoires et physionomiques de tout le côté de la face correspondant aux nerfs coupés, et la sensibilité n'y était pas altérée. Le nerf coupé n'était donc pas le conducteur de la sensibilité, mais seulement de la contractilité des muscles où il se distribue.

Mais les muscles qui reçoivent à la fois des filets du nerf facial et de la cinquième paire n'étaient paralysés que dans leur action relative à la respiration et à l'expression de la physionomie. A plus forte raison, les muscles qui ne reçoivent que des nerfs de la cinquième paire, tels que l'élévateur de la paupière, le temporal et le masseter, avaient-ils conservé leur mouvement.

Cette expérience prouve donc que les muscles paralysés ne sont pas soumis dans tous leurs mouvements à l'influence du même nerf. Ainsi, par exemple, si le nerf facial est paralysé, son tronc

coupé ou détruit par maladie sur un homme, les muscles buccinateur et orbiculaire des lèvres restent immobiles dans les mouvements d'expiration et d'inspiration, pour siffler, éternuer, etc., et dans ceux de l'expression physionomique, pour rire et pleurer, par exemple; de plus, chacun de ces muscles pourra être séparément inerte dans ces actions, si la branche qu'il reçoit du nerf facial a seule été coupée. Un cocher à qui M. Charles Bell, en extirpant une tumeur devant l'oreille, avait divisé la branche qui se rend à l'angle des lèvres, ne pouvait plus siffler ses chevaux Ces mêmes muscles au contraire continuent d'agir pour manger, parler, etc. La jeune Rebecca Tarkins, dont M. J. Shaw a donné l'histoire, a tout le côté droit de la face sans aucun mouvement respiratoire ou physionomique, et c'est du même côté qu'elle mange de préférence. Réciproquement, si la cinquième paire est paralysée, ces muscles, le masseter et le temporal restent flasques en mangeant; la langue conservant, au contraire, toute sa mobilité, quoiqu'elle ne touche plus, ne goûte plus du côté lésé, au-devant de sa base, et quoique la mobilité respiratoire et physionomique de ce côté subsiste dans toute son intégrité. Mais l'on pouvait supposer que la cinquième paire n'était pas conducteur unique de la sensibilité de la face, et que le nerf facial y contribuait aussi; de sorte qu'étant étrangère à la plupart des mouvements de la face, elle aurait eu

le nerf facial pour accessoire dans la production des phénomènes de la sensibilité.

Or, la section du tronc de la cinquième paire, faite dans le crâne, le nerf facial et tous les autres nerfs de la tête restant intacts, a prouvé que non-seulement la cinquième paire était l'organe de la sensibilité tactile à la face, mais qu'elle était l'organe unique de cette sensibilité et de toutes les autres encore. Car aucune espèce d'impression mécanique ou chimique n'affecte un animal du côté de la tête où la cinquième paire a été complètement coupée.

Le réciproque de cette expérience serait donné par l'anatomie comparée, si elle démontrait une combinaison de nerfs, où la face ne recevrait pas de nerfs de la cinquième paire, mais seulement le nerf facial ou un nerf analogue par ses effets. Or, on ne connaît pas de combinaison semblable. Elle paraît même nécessairement exclue de l'organisation, puisque chez les animaux la face est la partie du corps où résident le plus grand nombre de sens, et que pas un seul de ses sens ne s'exerce sans la coopération de la cinquième paire. Néanmoins, au défaut de cette combinaison, qui résulterait de l'absence totale de la cinquième paire, coïncidant avec la mobilité de la face, plusieurs espèces de poissons nous ont offert l'absence presque complète de sensibilité tactile à la face; tels les trigles, les vives, etc., où les

quatre premières branches de cette paire sont réduites à un état presque capillaire, et ne s'épanouissent plus à la surface de la tête, toute entière revêtue de cuirasses. Elles n'y servent plus qu'au mouvement des mâchoires et de l'hyoïde.

De cette disparition complète des rameaux ou des branches superficiels et cutanés de la cinquième paire, dans les animaux où la surface de la tête n'est plus qu'une cuirasse, et au contraire du développement énorme de ces mêmes branches lorsque la peau de la face, plus molle, plus muqueuse, plus pénétrée de sang, devient le siége de couches considérables de tissu érectile sous différentes formes, tel qu'aux lèvres de l'homme et des singes, au muffle des carnassiers et des ruminants, au boutoir de plusieurs pachydermes et insectivores : l'on pouvait donc conclure avec une certitude suffisante, que la cinquième paire est l'organe de tous les degrés du toucher qui peuvent résider à la face ; qu'elle n'y détermine que les seuls mouvements pour prendre et broyer les aliments ; et que tous les mouvements physionomiques et respiratoires n'en dépendent pas, puisque ces mouvements et le nerf facial manquent à la fois dans tous les reptiles, serpents et oiseaux, sauf cependant les seuls strix pourvus de conques extérieures à l'oreille, et chez qui le nerf facial se distribue seulement aux muscles de cette partie.

L'anatomie comparative et pathologique, de

concert avec l'expérience physiologique, détermine donc les usages tactiles de la cinquième paire. Mais des rameaux de la cinquième paire, en conservant des proportions de volume souvent autant, quelquefois même plus grandes que dans les parties de la peau où d'autres rameaux de la même paire servent au toucher, se distribuent à des organes où ils ne peuvent évidemment servir d'instruments à des impressions de ce genre. Tels sont, par exemple, les gros nerfs qui se rendent aux appareils gélatineux si profondément situés des raies; ceux qui se rendent aux fosses préoculaires des serpents à sonnettes et des trigonocéphales, où leurs surfaces d'épanouissement ne peuvent être mises en contact avec des corps solides, etc. Comme on a vu, dans les organes des sens, la délicatesse et l'énergie de la sensation croître constamment avec le volume, l'étendue en surface et le nombre des nerfs, qu'il en est de même dans le nerf optique, la rétine, et le lobe optique, etc., il était donc probable que dans toutes ces distributions à des organes, soit dépourvus de communication au dehors, soit profondément situés, mais communiquant encore à l'extérieur, la cinquième paire était l'agent de quelque sensibilité spéciale. Et, comme la situation profonde des surfaces d'épanouissement, à et plus forte raison la solidité des organes où se terminaient ses nerfs, excluaient la possibilité de tout contact mécanique d'un corps solide ou li-

quide, il était évident que les sens qui pouvaient là exister étaient différents du toucher, de la vue et du goût.

1°. La possibilité que la cinquième paire fût l'organe d'un autre sens que le toucher est directement prouvée chez les raies par l'épanouissement d'une branche de la quatrième paire dans les ampoules des canaux demi-circulaires et dans le vestibule, où il ne rend pas un seul autre nerf. La cinquième paire peut donc être l'organe actif de l'ouïe; et nous avons vu que dans les chiens, les lapins, etc., le nerf auditif près de son entrée dans la ceinture de la moelle allongée s'embranche avec le tronc de la cinquième paire.

La cinquième paire n'est donc pas seulement susceptible d'être l'organe du toucher; elle peut aussi être l'organe du sens de l'ouïe.

2°. Dans les oiseaux, chez les palmipèdes et les scolopax surtout, les nerfs ophtalmique et maxillaire supérieur tout entiers, pourvus d'un volume proportionnellement supérieur à celui qu'ils ont dans les organes du toucher le plus délicat, c'est-à-dire au mufle et au boutoir des mammifères, aux barbillons des poissons, et détournés de leur distribution ordinaire à l'extérieur et à la convexité de la tête, sont déviés vers le plafond de la bouche et s'épanouissent le long du palais, en même temps que le nerf lingual de la même paire est très-développé sur la langue, qui vient battre et presser contre

ce palais. L'expérience montre que ces animaux sont très-susceptibles de préférence pour les saveurs. Ces nerfs deviennent donc, chez ces animaux, les organes du goût. D'autres nerfs de la cinquième paire que celui qui ordinairement en est l'organe chez les mammifères, peuvent donc être conducteurs des impressions sapides chez les oiseaux.

Des nerfs de la cinquième paire, organes ordinaires du toucher dans les mammifères et les pois sons, deviennent donc organes du goût chez les oiseaux en question. Or, dans l'expérience déjà citée de M. Magendie la langue, tout en conservant sa mobilité, perd non-seulement le goût, mais le toucher; et l'animal n'a même plus la conscience des déchirements des pressions qu'on y opère.

Voilà donc trois sens ou trois modes d'exercice de la sensibilité qui résident en différents nerfs de la cinquième paire.

3°. Dans les trigono-céphales et les serpents à sonnettes, les fosses préoculaires aussi bien fermées que les narines, et sans communication avec ces cavités, sont tapissées par une membrane mince et très-fine, entretenue humide par des sécrétions muqueuses d'un appareil voisin, et où s'épanouissent plus de nerfs de la cinquième paire que dans les narines d'aucun mammifère où il s'en répand le plus. Or, par leur situation et leur disposition mécanique, ces fosses préoculaires, presque

aussi vastes que les narines, ne sont accessibles comme elles qu'à l'air et aux vapeurs ou odeurs dont il peut être le véhicule. Elles ne peuvent donc servir ni au toucher, ni au goût; ni à la vue, un œil très-développé est dans leur voisinage; ni à la l'ouïe, une oreille aussi parfaite que dans aucun autre reptile étant à sa place ordinaire. Servirait-elle à l'odorat? Mais les narines et le nerf olfactif, organes présumés de l'odorat, sont aussi à leur place. A quoi servait-elle donc? C'est ce que les inductions tirées des données de l'anatomie comparée ne pourraient seules déterminer. Car ces inductions n'ont pour motif et pour point de départ que des connaissances positives sur lesquelles nous raisonnons, et ici le raisonnement décide en faveur des narines pour être le siége de l'odorat.

Or, par la section de la cinquième paire toutes les sensibilités résidant à la face sont anéanties, et par conséquent l'odorat. Ici, il faut bien se résigner à la conséquence des faits. Le nerf olfactif existe, la cinquième paire seule est coupée. Par conséquent ceux de ses filets qui se distribuent aux narines étaient seuls conducteurs de l'odorat; ou bien ce nerf olfactif ne peut agir sans leur coopération, puisque ce nerf n'a pas été blessé, et qu'il ne transmet plus l'impression d'aucune odeur.

L'on sent que l'expérience inverse était nécessaire pour donner ici du phénomène une démon-

stration réciproque, comme on l'avait déjà fait par rapport au nerf facial.

Or, la destruction du lobe olfactif, par expérience ou par maladie, coïncidente avec l'intégrité de la cinquième paire, laisse subsister l'odorat.

Le nerf olfactif n'est donc pas l'organe au moins exclusif de l'odorat. Les branches nasales de la cinquième paire sont donc cet organe. Cette conclusion est irrécusable.

Cela posé, nous voyons maintenant l'usage de la fosse préoculaire des trigonocéphales et des serpents à sonnettes. Elle sert exclusivement à l'odorat, puisque les nerfs qui ailleurs servent à cette action dans les narines sont ici exclusivement épanouies dans les cavités particulières. Les narines sont donc ici isolément le siége d'une action qui, dans les mammifères, y est exercée en même temps que le sens de l'odorat. Mais quelle est cette action? C'est ce que l'on ne saurait dire, ne pouvant avoir de notions physiques que d'après la conscience que le sentiment nous donne des objets extérieurs.

Il résulte donc de cette séparation et des cavités différentes chez les reptiles, du nerf dit olfactif d'une part, et des branches odorifères de la cinquième paire d'autre part, la vérification toute faite par la nature du résultat si extraordinaire donné par l'expérience.

4°. Chez les poissons, la narine ne reçoit plus

que le nerf olfactif seul; aucun filet de la cinquième paire n'y pénètre. Est-ce que chez ces animaux le nerf olfactif suffit à produire l'odorat; ou serait-ce que l'odorat n'y existerait pas, et que cet organe y exercerait ces propriétés, que nous avons supposées dans les nerfs et les lobes olfactifs des mammifères? Ce qui rend la première supposition plus probable, c'est que la proportion de développement des narines et de tout l'appareil olfactif des squales, des raies, etc., coïncide avec l'appétit de la chair, et que ces animaux se nourrissent de cadavres, principalement les squales.

S'il en est ainsi, les nerfs olfactifs, et par conséquent leurs segments cérébro-spinaux, ne conservent donc pas les mêmes propriétés, les mêmes influences dans tous les cas de leur existence : ils suffisent ici à une fonction, dont ils ne sont ailleurs que de simples accessoires.

La cinquième paire, par ses branches nasales dans les mammifères et par ses branches propres à la cavité préoculaire des trigonocéphales et des serpents à sonnettes, est donc l'organe de l'odorat.

5°. La section du tronc de la cinquième paire, dans les lapins, les cochons d'Inde, les chiens et les chats, le nerf optique et celui de la troisième paire restant parfaitement intacts, produit immédiatement 1°. la cécité; 2°. l'immobilité de l'iris, dilaté chez les deux derniers, resserré chez les deux premiers de ces animaux; celle du globe de

l'œil; 3°. l'insensibilité de la surface de l'œil; 4°. la cessation de la sécrétion des larmes; 5°. celle du clignement, quoique les muscles n'en soient pas paralysés, car l'introduction subite de la lumière du soleil dans l'œil détermine le clignement. La lumière de la plus forte lampe, même concentrée par une lentille, ne produit pas cet effet, et c'est bien l'action de la lumière qui cause l'impression, car un charbon ardent laisse l'œil immobile; et comme ce mouvement dépend du nerf facial, la cinquième paire exerce donc sur ce nerf une influence analogue à celle qu'elle a sur les nerfs spéciaux des sens.

6°. L'extinction de la susceptibilité de s'enflammer par l'action des irritants mécaniques et chimiques. De l'ammoniaque n'y détermine même aucune injection, tandis qu'il enflamme immédiatement l'œil sain. Les paupières restent mobiles.

Au bout de huit jours, chez les lapins, les humeurs de l'œil ont perdu leur transparence. Elles prennent une opacité blanchâtre et caséeuse : au neuvième jour, la cornée, déjà auparavant exfoliée et ulcerée, tombe hors du cadre circulaire de la sclérotique. Les humeurs de l'œil, transformées en une matière d'apparence de fromage, sont expulsées du globe, qui se rétrécit en un petit moignon. Jusqu'au neuvième jour, chez les chats, il n'y a que cette partie centrale de la cornée, correspondante à l'aire de la dilatation habituelle de l'iris,

qui devienne opaque et se sépare. Le cercle extérieur de la cornée perd seulement de sa transparence, mais ne se sépare pas de la sclérotique. De la matière blanche s'est épanchée dans la chambre antérieure de l'œil seulement; mais ni le corps vitré ni le cristallin n'ont pris d'opacité. Leur transparence est seulement diminuée.

Voici le progrès des altérations physiques de l'œil par les changements que la section de la cinquième paire apporte dans sa nutrition.

Après vingt-quatre heures, la cornée devient opaque; au troisième jour, la transparence est perdue entièrement; au cinquième jour, cette membrane est blanche comme l'albâtre.

Dès le deuxième jour, la conjonctive que l'ammoniaque n'irritait pas auparavant, rougit, et secrète une matière laiteuse fort abondante; les paupières sont immobiles, ou bien largement ouvertes, ou bien fermées et leurs bords adhérents. Et alors la matière laiteuse s'écoule en abondance. Cette occlusion des paupières prouve que les altérations ultérieures ne dépendent pas de l'impression de l'air, ou de l'irritation des corpuscules qu'il pourrait apporter.

A la même époque, les vaisseaux de l'iris se développent, il s'enflamme; de fausses membranes, ayant aussi une ouverture centrale, se forment à sa surface antérieure. Leur superposition finit par remplir la chambre antérieure.

Il y a donc à la fois inflammation et insensibilité.

Or, dans les lapins, il n'y a pas un seul filet de la cinquième paire qui pénètre dans le globe de l'œil. Tous les nerfs ciliaires viennent uniquement de la troisième paire. Et il n'y a pas même de ganglion ophtalmique sur leur trajet.

Dans les chats, au contraire, où les altérations de nutrition sont beaucoup moindres, les nerfs ciliaires émanent d'un ganglion ophtalmique au moins trois fois plus volumineux que dans les chiens, ou la troisième paire seule le forme, et ce ganglion ophtalmique des chats est formé comme dans l'homme par des filets et de la cinquième et de la troisième paire.

Quelles sont les causes de ces phénomènes? 1° Il est démontré que les altérations de nutrition ne sont pas l'effet de l'inflammation que développerait le clignement moins fréquent de l'œil; car, ni l'ablation des paupières, en laissant l'œil à nu, ni l'ouverture permanente de l'œil par la section du nerf facial, excitateur du clignement involontaire dans le muscle orbiculaire et dans l'élévateur de la paupière, ne produisent ces phénomènes. 2°. Ils ne dépendent pas non plus de la simple suppression des larmes que l'on aurait pu croire indispensable à la transparence de la cornée; car huit jours après l'extraction complète de la glande lacrymale, l'œil n'a rien perdu de sa transparence.

Ils dépendent donc d'une influence purement nerveuse, et en voici la preuve.

Ces altérations de la nutrition de l'œil sont d'autant moins complètes, d'autant moins rapides, qu'on s'éloigne davantage du point d'embranchement des nerfs de la cinquième paire, et que l'on coupe, dans le crâne, son faisceau d'origine plus près de l'insertion; enfin la section du bord du quatrième ventricule ne produit plus aucune altération. Ces phénomènes tiennent donc à une force propre au nerf, force qui n'a point sa source dans le système cérébro-spinal, et qui est même d'autant plus énergique, que l'on s'éloigne de ce système jusqu'à une certaine distance.

Ce n'est donc pas par une action locale que la cinquième paire influe ici sur la nutrition et sur la sensibilité optique de l'œil; c'est donc par une action à distance. L'intégrité de la cinquième paire est donc une condition nécessaire de l'action du nerf optique. Mais comment concourt-elle à la vision? Puisqu'il ne se rend aucun de ses filets dans l'œil ni dans la structure du nerf optique, il paraît donc que c'est par l'influence mutuelle de son centre d'action, c'est-à-dire du quatrième ventricule, et des lobes optiques où aboutissent les nerfs visuels.

D'autres phénomènes résultent encore de la section de la cinquième paire. On a vu dans le chapitre I[er] quels changements survenaient dans l'or-

gane de l'odorat. Le goût et le tact de la langue sont aussitôt détruits : en même temps les muscles qui reçoivent leurs nerfs de la cinquième paire, et surtout le buccinateur, sont paralysés. Non-seulement l'animal ne goûte plus les aliments qui sont dans le côté paralysé de sa bouche, mais il n'y sent plus leur présence et leur séjour. Une partie des aliments broyés séjourne de ce côté entre les dents et la joue; et leur contact finit par ulcérer la membrane buccale. Cette ulcération arrive au bout de quatre ou cinq jours chez les lapins. Elle était déjà ancienne chez le malade où tous les sens de la face étaient paralysés du côté où le ganglion de la cinquième paire était altéré (1).

Si le nerf lingual seul est coupé, il n'y a que le goût et le toucher de la langue de perdu, la sensibilité tactile subsistant du même côté dans les parois de la bouche, ainsi que tous les mouvements ordinaires de la mastication. Quand les deux nerfs de la cinquième paire sont coupés, tous les sens étant paralysés, les effets de ces paralysies s'ajoutent

(1) Chez ce même malade l'iris épaissi par une inflammation chronique, avait contracté adhérence avec la cornée, au moyen de ces mêmes fausses membranes qui se superposent aussi alors dans la chambre antérieure de l'œil, chez les lapins. Le cristallin aussi y était opaque, et la surface de la cornée légèrement ulcérée. Cette ulcération de la cornée avait déjà été observée dans le même cas, par le docteur Macmichaël (voy. un mém. de M. Herbert Mayo, *in Journal de Physiol.* Exp., t. 3.)

à ceux de la simple cécité. Ne sentant plus les obstacles, l'animal s'obstine, contre durant des heures entières, de manière à s'écorcher bientôt le museau et la face. La langue est alors pendante, quoiqu'il puisse la faire rentrer ; la mâchoire reste aussi abaissée dans les chats et les chiens. Les saveurs continuent d'agir sur le centre et la base de la langue.

7°. Dans les raies, les trois plus gros nerfs de la cinquième paire vont se terminer chacun dans la profondeur d'un organe gélatineux situé au-dessous de la peau et enveloppé de l'espèce de tissu glaireux propre à ces poissons et sans communication avec l'extérieur. Ces nerfs, à proportion du volume de l'animal, sont incomparablement plus gros que les nerfs du boutoir des mammifères où ils sont le plus développés. Il est évident qu'ils ne servent à aucun mouvement. On sait d'ailleurs que ces raies n'exercent aucune action à distance, à la manière des torpilles, sur les animaux ni sur l'homme qui les touche. Cette action ne peut donc être que sensitive. Et, comme il ne peut y avoir de contact entre cet organe et aucun corps, aucune émanation fluide ou gazeuse extérieure, cette action sensitive s'exerce donc à distance. Quelle est la nature de cette action ? La réponse est tout aussi impossible, et par la même raison que pour l'action du nerf olfactif.

8°. On a vu dans la torpille le dernier nerf de la

cinquième paire, correspondant au plus postérieur de ceux dont il vient d'être question chez les raies, se rendre à la partie antérieure de la batterie électrique avec un volume proportionnel qui ne surpasse pas celui de son analogue dans la raie. Ce nerf est-il électro-moteur à la manière des branches congénères du nerf pneumo-gastrique? Ou bien, à la manière de ses analogues dans les raies, est-il, pour les torpilles, l'organe d'un sens à distance? Cette dernière supposition est assez probable, d'autant mieux que partout on voit la cinquième paire affectée presque exclusivement, si l'on excepte quelques mouvements peu nombreux, à des actions sensitives.

9°. De tous les animaux, ceux où la cinquième paire exerce les actions musculaires les plus importantes, après celle de la mastication et de la préhension des aliments, sont les batraciens. Ses branches, outre le mouvement propre des mâchoires, excitent les muscles de la glotte. Ils sont donc inspirateurs, et la respiration s'exerce sous leur influence. Aussi la section de la cinquième paire sur ces animaux, cause-t-elle une mort prompte par asphyxie. Tout le monde sait que dans les mammifères (et l'on verra plus loin qu'il n'en est pas autrement dans les oiseaux et les reptiles sauriens, ophidiens et chéloniens), cette fonction dépend, quant au mécanisme de l'introduction de l'air, de la huitième paire, et dans cette paire de

ceux de ses rameaux distribués aux muscles du larynx et de la glotte.

10°. Enfin, dans deux genres de poissons seulement, la cinquième paire distribue le long du dos, et jusqu'aux extrémités de chaque paire de nageoire, la sensibilité que partout ailleurs elle n'exerce que dans la tête. Dans tous les poissons à branches libres, sans exception, elle devient autrement que dans les batraciens un des nerfs de la respiration. La cinquième branche ou operculaire, en se distribuant à la membrane branchiale de l'opercule et des rayons branchiostéges, y procure cette même sensibilité tactile relativement au fluide qui la baigne, que les filets du pneumo-gastrique et du plexus pulmonaire exercent relativement à l'air, dans les branchies des animaux aériens.

Constamment, dans tous les animaux, le développement de la cinquième paire est lié pour le degré à celui de la partie antérieure du quatrième ventricule, de l'arcade qui recouvre cette partie dans beaucoup de poissons osseux, et enfin du cervelet médian dans tous les animaux. Cette connexion des développements proportionnels annonçait déjà une correspondance, une dépendance d'action. M. Magendie en a donné la preuve, en produisant par la section du bord du quatrième ventricule, dans les lapins, les mêmes altérations de sensibilité et de mouvement qui résulteraient de la section du nerf correspondant. Ces trois parties

cérébrales sont donc l'aboutissant des actions de la cinquième paire. Or, comme la cinquième paire opère principalement ou accessoirement dans toutes les actions sensitives, on voit, en suivant la série des vertèbres, que ce quatrième ventricule, au moins dans la partie antérieure tout à l'heure déterminée, est le siége de la perception de toutes les sensations, excepté celle de la vue. Car des chats, des lapins, des cochons d'Inde et surtout des hérissons, témoignent par leurs mouvements pour s'y soustraire, qu'ils ressentent les impressions un peu fortes portées sur les narines, la langue, les oreilles, la face et le boutoir, lorsqu'il ne leur reste plus que le lobe du quatrième ventricule coupé au-devant de l'insertion de la cinquième paire.

Or, dans les mammifères cités, et même dans les hérissons, le quatrième ventricule est loin d'avoir la proportion de volume qu'il offre dans beaucoup de poissons, et surtout dans les esturgeons, les squales et les raies, où développé en raison de la cinquième paire, il représente, depuis le quart jusqu'à la moitié de tout l'encéphale. On conçoit maintenant que, puisque dans les mammifères, où le cerveau a une proportion de masse si avantageuse, cet organe n'est point le siége des sensations (excepté peut-être la vue pour laquelle il n'est même probablement que l'accessoire des lobes optiques), à plus forte raison ne peut-il l'être dans

les poissons osseux où il ne représente plus que le huitième ou le dixième de l'encéphale, et surtout dans les poissons cartilagineux cités, où il n'existe plus du tout. Or, comme l'annonce la proportion de leur cinquième paire, ces animaux doivent être le mieux partagés pour l'action des organes sensitifs et la conscience des impressions qu'ils en reçoivent.

Le degré de développement de la partie antérieure du quatrième ventricule peut donc servir de mesure à celui de la cinquième paire, et réciproquement. Tous deux mesurent aussi le degré d'énergie des sens plus ou moins nombreux, dont la cinquième paire est le conducteur.

La liaison intime des sensations avec la conservation de la vie, et la dépendance où est cette conservation de la respiration et de la digestion, explique le voisinage, et pour ainsi dire la réunion du centre d'action de la cinquième paire avec le centre d'action du nerf pneumo-gastrique.

Le nerf de la cinquième paire est donc l'organe immédiat de tous les sens moins la vue, dans la série des vertèbres. Parmi ces sens il en est au moins un surnuméraire à ceux dont l'expérience nous donne l'idée, celui des organes particuliers aux raies et aux squales. Enfin, ce nerf est dans les mammifères au moins organe accessoire de la vision, puisque la section de ce nerf y abolit immé-

diatement cette action. De plus, dans les différents animaux les branches ou rameaux de ce nerf peuvent se suppléer mutuellement dans leurs fonctions, ou se réunir pour une fonction commune. Tel est, par exemple, le sens du goût des palmipèdes exercé par le nerf gustatif ordinaire, c'est-à-dire par le lingual, et par le maxillaire supérieur et l'ophtalmique.

Par son importance, on conçoit la raison de l'existence constante de ce nerf. Il existe partout, et souvent d'autant plus développé qu'un ou plusieurs autres nerfs sensitifs le sont moins. Ainsi, par exemple, il est très-gros dans la lamproie; il l'est encore davantage dans le protée aveugle, et, en général, il l'est beaucoup dans les poissons, tous privés de goût, excepté les cyprins.

CHAPITRE IV.

DE L'AUDITION.

Si les lois de la propagation du son étaient aussi bien connues que celles de la transmission de la lumière; la manière si régulière dont l'oreille se simplifie, des mammifères aux oiseaux, puis aux reptiles, puis aux poissons, par la suppression successive de ses parties les plus extérieures, jusqu'à ce qu'il ne reste plus que le vestibule et les canaux

demi-circulaires, et surtout la construction si spéciale de chacune des pièces de cet organe, suffiraient pour que l'on pût conclure directement l'usage de chaque partie, de sa position et de sa forme, et la modification de l'effet total par son action. Malheureusement, il n'en est pas ainsi. C'est, par exemple, chez les chauve-souris, presque muettes, et vivant dans le silence des nuits et des cavernes, qu'est construit, avec le plus de délicatesse et de développement, le limaçon, auquel on avait attribué tant d'influence sur les modifications harmoniques du son. Bien plus, les oiseaux chanteurs n'ont pas réellement de limaçon. Or, il est bien évident que chez ces animaux la perfection de cette partie ne peut être relative qu'à l'intensité du son, et non à son timbre, à ses tons, à son harmonie. On en peut dire autant des canaux demi-circulaires, si finement construits, et si amplement développés chez les poissons. D'autre part, l'existence de la conque et la mobilité de la chaîne des osselets, n'ont encore aucune relation avec ces mêmes propriétés du son. Car les oiseaux chanteurs n'ont pas de conque, et le conducteur osseux du tympan au labyrinthe est chez eux rigide et d'une seule pièce, au lieu d'être brisé en articulations mobiles. Nous ne pouvons donc saisir le rapport qui pourtant doit nécessairement lier avec ses phénomènes la structure si bien graduée de cet organe. L'anatomie est ici stérile en inductions directes sur l'utilité des parties. Il faut que les ex-

périences, et les maladies, qui sont aussi des expériences, nous instruisent préalablement sur la dépendance où est tel phénomène de telle partie de l'organe. La principale ou même l'unique donnée qui résulte de l'induction anatomique, c'est que le plus grand nombre des pièces de l'oreille consiste en membranes et en lames élastiques.

Or, M. Savart a démontré que toutes les membranes élastiques, sèches ou humides, vibrent et propagent le son quand des vibrations sonores se font entendre auprès de ces membranes, et même quoiqu'elles ne soient pas à l'unisson avec les corps qui produisent les vibrations. Les divers degrés de tension des membranes, leur épaisseur, leur homogénéité, leur degré d'humidité, influent beaucoup sur leur susceptibilité à vibrer par communication. Mais quel que soit leur état, elles vibrent toujours à l'unisson avec le son produit.

1°. *Utilité du pavillon.* La forme de la conque, la direction que les animaux lui donnent, selon celle des bruits qui les affectent, annoncent assez qu'elle rassemble et dirige les rayons sonores vers le conduit auditif. L'on conçoit qu'elle le fait d'autant mieux qu'elle est plus grande, plus élastique, plus saillante au devant de la tête, et l'on a vu avec quelle perfection, quel développement elle est construite chez plusieurs chauve-souris. Or, néanmoins elle peut être enlevée chez l'homme et chez plusieurs animaux, sans que l'ouïe en soit diminuée

au-delà de quelques jours. A la vérité chez l'homme et les animaux soumis à cette expérience, la conque, vu la médiocrité de ses proportions et la simplicité de sa structure, est loin d'avoir le maximum de son influence. L'expérience devrait donc être faite sur des chauve-souris, par exemple. Cette induction est d'autant plus probable qu'à raison de son élasticité, qui peut surtout beaucoup s'accroître par l'effet des muscles qui le fixent et le meuvent, le pavillon peut lui-même vibrer sous l'influence des ondes sonores. On voit ainsi combien cette grande mobilité totale et partielle de l'oreille, dans les chauve-souris, les galagos, etc., doit avoir d'influence sur les vibrations de la conque, puisque l'expérience prouve que selon qu'une membrane est ou n'est pas parallèle aux surfaces des corps qui vibrent près d'elle, ces oscillations ont plus ou moins d'intensité. Or ces animaux ont la faculté d'établir à volonté ce parallélisme.

2°. La *membrane du tympan*, mince, élastique et d'épaisseur uniforme, quelle que soit la direction de son plan entre le conduit extérieur et le tambour de l'oreille, peut toujours être ramenée aisément au parallélisme avec les corps actuellement en vibration. Et c'est en effet ce que nous faisons et ce que nous voyons faire à tous les animaux attentifs à un son, à un bruit faible ou affaibli par la distance.

M. Savart a prouvé par une expérience très-

simple, que cette membrane vibre surtout par les ondulations sonores de l'air. Si l'on ferme la troncature d'un cône de carton avec une petite membrane, les sons produits près des parois extérieures du cône, ne font que peu vibrer la membrane; mais si on produit les sons à la base du cône de manière à ce qu'ils parviennent par l'air intérieur à la membrane, elle vibre fortement à une distance de 25 à 30 mètres.

L'on conçoit que cette vibratilité du tympan puisse être altérée ou même détruite par la rigidité trop grande, l'ossification ou l'épaississement du tympan devenu cartilagineux, ou seulement si ses membranes extérieures sont épaissies par l'inflammation. Et déjà l'on savait à cette égard, par expérience, que la tension d'une membrane mince au-delà d'une certaine limite, restreint ses vibrations en raison du degré de tension. Car l'excursion des parties vibrantes finit alors par être nulle.

Or, malgré l'intégrité du reste de l'organe, M. Deleau a vu l'ossification du tympan produire une surdité presque complette, guérie depuis par la destruction de la lame osseuse que, sans doute, son épaisseur d'une demi-ligne empêchait assez de vibrer, pour que ce qui subsistait d'ouïe ne fût dû qu'à la propagation des ondes sonores, par les parois mêmes du conduit auditif et de la caisse. Dans un autre cas, l'épaississement cartilagi- ux du tympan, accompagné d'obstruction du

tambour et de la trompe, causait une surdité absolue qui cessa complètement aussitôt après la perforation du tympan.

3°. *Usage des osselets.* L'adhérence du marteau, dans les mammifères, et dans les oiseaux et les reptiles, celle de l'extrémité de l'osselet rigide, avec la membrane du tympan, nécessitent évidemment une influence de ces petits leviers sur la tension de la membrane, par l'effet des muscles ou des brides élastiques qui les mettent en mouvement. La simple flexibilité de l'osselet des oiseaux doit restreindre chez eux cette influence. Or, d'après l'expérience déjà citée, il n'est pas douteux que par le moyen de ces muscles et de ces petits leviers l'animal ne proportionne la tension et par conséquent l'amplitude des excursions vibratoires de cette membrane, à la nature et à l'intensité des sons qui l'affectent; qu'il la relâche pour les sons faibles ou agréables; qu'il la tend pour ceux qui ont trop d'intensité ou d'acuité. Et en effet, l'on s'aperçoit d'un effort dans cet organe, lors de l'impression désagréable que causent des sons trop aigus ou trop voisins.

L'autre extrémité du levier osseux qui traverse le tambour, appuyant sur la membrane qui ferme le vestibule, les mêmes phénomènes doivent résulter de sa tension. Mais comme cette membrane est immédiatement en contact avec le milieu dont les vibrations meuvent le nerf acoustique lui-

même, on conçoit que les degrés de tension et de relâchement devaient être ici restreints aux plus petites amplitudes. Et, en effet, n'est-ce que décomposé à travers quatre articulations, que l'effort du mouvement musculaire y est transmis. Et ce qui prouve qu'en effet c'est là l'utilité principale de ce levier, c'est que dans la plupart des sauriens et chez tous les serpents, où il n'y a plus de tympan, l'osselet rigide engagé dans les muscles cervicaux continue de mouvoir son extrémité appliquée sur la membrane du vestibule. Enfin il y a une preuve péremptoire que c'est dans les vibrations imprimées à la membrane du vestibule par l'extrémité correspondante du levier osseux, que réside sa principale utilité. C'est que la perte des osselets, si l'étrier reste en place, ne cause pas la surdité. Car alors cet osselet conserve son influence qu'il doit exclusivement à son muscle propre, ou à ce corps élastique qui remplace le muscle chez la plupart des mammifères. Aussi la surdité suit-elle nécessairement la perte de l'étrier (1).

4°. Le *tambour*, abstraction faite du tympan et des osselets, agit comme simple réservoir d'air. Cet

(1) M. Magendie (*Journal de physiol.*, t. I) a découvert que l'homme est le seul mammifère qui ait deux muscles pour le marteau; que les singes n'ont que l'analogue du muscle interne; que dans tous les autres mammifères, le muscle de l'étrier et celui du marteau sont remplacés par des corps irrégulièrement sphériques, dont l'un plus volumineux, appartient

air, plus rare par sa température, diminue nécessairement les vibrations qu'il transmet. L'une des utilités de la trompe est même, probablement pour accroître cet effet, de le raréfier encore davantage en en faisant sortir une partie, quand des sons trop violents frappent le tympan. Et en effet la rupture du tympan rend-elle douloureux, dans les premiers temps, des sons qui ne l'étaient pas auparavant.

Enfin, la caisse transmet aussi les vibrations par ses parois. On en a la preuve quand une éponge imbibée d'eau est mise en contact avec toutes leurs surfaces. M. Deleau observe actuellement un homme qui, n'ayant plus de tympan ni d'osselet, est presque sourd; mais au moyen d'une éponge imbibée d'eau, et portée dans la caisse, il entend la parole sans cornet acoustique. Un autre sourd, avec la même utilité, porte au fond de la caisse des germes frais

au marteau, et l'autre à l'étrier. Ces corps sont tendineux par leur côté mobile; leur côté fixe n'offre aucune trace de fibre, il est plutôt globuleux et très-élastique. Ils ne reçoivent aucun filet du nerf facial qui en donne de si distincts aux muscles des osselets chez l'homme. Ils sont recouverts par la membrane qui tapisse le tambour.

La bride élastique du marteau tient tendue la membrane du tympan qui se relâche et se plisse par la section du tendon de la bride.

Celle de l'étrier est dans une tension continuelle. Elle tire en arrière le col de cet osselet et tend par conséquent la membrane du vestibule. Elle ramène aussi à sa position naturelle la chaîne des osselets déplacés par une légère pression.

d'échalottes. Une éponge sèche, du coton sec, ne transmettent pas le son, et ils conduisent d'autant moins bien qu'ils deviennent moins humides.

Cette transmission sera donc d'autant plus efficace que les surfaces seront plus étendues, et que les lames osseuses, qui les constituent, seront plus minces et plus susceptibles de vibrer. Ce fait conduit à reconnaître l'usage des cellules mastoïdiennes des mammifères, et de celles si innombrables qui circonscrivent le crâne des oiseaux de nuit. On conçoit combien le renforcement du son se multiplie par l'addition de tant de vibrations simultanées. On en a un exemple par l'accroissement de l'intensité du bruit d'une montre, que l'on serre entre ses dents.

Si, au contraire, une matière compacte, soit dure, soit molle, remplit la caisse et les cellules affluentes, il n'y a plus de vibration. Aussi la surdité est-elle l'effet nécessaire de l'obstruction du tambour, des cellules et de la trompe, par des mucosités gélatineuses. Cette obstruction peut dater de la naissance, et alors l'enfant est sourd-muet, quoiqu'il possède tous les organes nécessaires à entendre. C'est à un pareil sourd-muet que M. Deleau a donné l'ouïe en évacuant la matière de l'obstruction par des injections poussées dans la trompe. Déjà il en avait guéri deux autres en nettoyant le tambour par des injections poussées par le tympan perforé. L'ouïe subsiste

malgré l'obstruction de la trompe, si le tambour reste libre. Mais le seul épaississement inflammatoire de la membrane qui le tapisse, suffit pour reproduire la surdité, car alors les vibrations sont encore interceptées, et ne parviennent pas aux parois osseuses.

Nous venons de constater à la fois et cet obstacle qu'oppose l'obstruction muqueuse du tambour et de la trompe à la propagation du son, et un phénomène sensitif bien singulier. Un enfant de six ans n'entendait pas à la voix ordinaire. Pris de rage six semaines après avoir été mordu par un chien, l'excitation nerveuse lui avait rendu toute la finesse de l'ouïe. Au fort de ses épouvantables souffrances que l'injection de l'eau n'avait pas encore calmées, il entendait à voix basse; ce qu'il continua de faire quand l'injection de l'eau dans les veines l'eut apaisé. Nous lui avons trouvé les deux caisses tout-à-fait obstruées par une matière gélatineuse. L'excès de la sensibilité du nerf suppléait évidemment ici à la faiblesse des vibrations.

5°. *Usages de l'oreille interne.* On ne sait absolument rien d'exact et de démontré sur l'utilité spéciale des canaux demi-circulaires et du limaçon. Nous avons déjà opposé le défaut d'accord entre les conjectures qu'on a faites sur leur usage chez l'homme, et le degré de perfection ou même d'existence de ces mêmes parties chez les animaux. Ce limaçon si compliqué des chauve-souris n'est cer-

tainement pas un organe musical; et rien ne fait même soupçonner dans quelle partie de l'oreille de l'homme et des oiseaux se modulent les tons des sons harmoniques.

6°. Quant aux *propriétes du nerf acoustique*, il offre le même contraste que celui de l'odorat et que celui de la vue. Il éprouve les moindres ondulations du son, et il est insensible au contact, aux piqûres, à l'écrasement. Enfin, comme les deux autres nerfs, son action est subordonnée à celle de la cinquième paire.

L'influence de la cinquième paire sur l'action du nerf acoustique coïncide, ici, avec l'unité du foyer où aboutissent les actions de ces deux nerfs. On a vu dans le chapitre précédent qu'un animal, un lapin, un hérisson, continue d'entendre quand il ne conserve plus, de tout l'encéphale, que le lobe du quatrième ventricule. Ce résultat était indiqué d'avance par l'anatomie, puisque le nerf acoustique existe au *maximum* chez des animaux qui n'ont plus qu'un vestige de cerveau ou de cervelet, ou qui même manquent de l'un de ces organes; tels sont, par exemple, les raies et les squales.

Comme les nerfs des autres sens, sa proportion est d'autant plus grande qu'il doit réagir sur des impressions plus faibles, ou que le milieu d'existence de l'animal est moins favorable à la production et à la propagation du son. Voilà pourquoi

le nerf acoustique est vingt fois plus développé, relativement à la taille de l'animal, chez un poisson que chez un mammifère ou un oiseau. (Voy. Corol. 20 de mon premier *Mém. sur le syst. nerveux des poissons;* Journal de Physiol., t. II, pag. 135. 1822.)

Nous ne parlerons pas ici de l'activité de ce sens pour estimer la distance, la direction des bruits, encore moins parlerons-nous de la justesse, de la délicatesse de cette action. Tout porte à croire que ce dernier résultat dépend d'une faculté intellectuelle, et n'est pas un effet de l'impression immédiate sur l'organe sensitif. Car les musiciens qui ont les oreilles de force inégale n'en apprécient pas moins la valeur des tons. Enfin il est évident que la musique ne dérive pas de l'ouïe. Car des compositeurs ont continué de composer après être devenus sourds, et chez les oiseaux chanteurs les femelles sont muettes, les mâles eux-mêmes ne chantant que durant l'amour. Il y a plus, un oiseau chanteur, qui aura été couvé et élevé par un oiseau muet, ne chantera pas moins bien ni autrement que ceux de son espèce qu'il n'a jamais entendus.

Nous avons déjà parlé, au chapitre V du livre précédent, de l'association et du concert de ce sens, avec les opérations de l'intelligence.

CHAPITRE V.

PHYSIOLOGIE DU NERF PNEUMO-GASTRIQUE.

On a vu le nerf pneumo-gastrique inséré constamment au côté de la moitié postérieure du quatrième ventricule, sur les deux cordons de la moelle à la fois, ou à peu près sur la ligne de leur contiguité, se distribuer suivant les espèces aux organes de la respiration, de la voix, de la digestion, du toucher même dans les serpents et probablement dans les lézards, du goût chez les cyprins, de l'électricité dans les torpilles, et à toute la longueur du corps dans la plupart des poissons osseux et cartilagineux. Les actions de ce nerf sont donc plus variées que celles d'aucun autre, et la partie postérieure du quatrième ventricule où il s'insère devient donc, suivant les espèces, le foyer d'où partent et où arrivent les excitations relatives à toutes ces modifications, soit des mouvements, soit de la sensibilité, soit de l'influence que les nerfs exercent sur les phénomènes chimiques de la respiration et de la digestion. En outre, il communique sur différents points de sa longueur avec le nerf facial chez les chiens, les ruminants, etc., avec le glossopharyngien, l'hypoglosse, le premier ganglion cervical, le nerf maxillaire inférieur des serpents. Il est très-

probable que par ces anastomoses il influe également sur les actions des nerfs avec lesquels il communique.

La correspondance d'action du nerf pneumo-gastrique avec la partie postérieure du quatrième ventricule se démontre aisément sur le hérisson. Tout l'encéphale étant retranché, y compris le cervelet, l'animal crie si l'on pince ses lèvres, ses narines, sa langue; si on agit sur ces mêmes organes avec des alcalis, etc. Enfin, la partie antérieure du quatrième ventricule retranchée, il continue de respirer, ce qu'il fait même encore après la section du segment d'origine du pneumo-gastrique, mais par une circonstance particulière à quelques mammifères et reptiles, le nerf spinal, branche du pneumo-gastrique, s'insérant le long de la partie cervicale de la moelle.

L'excitation du pneumo-gastrique lui est donc imprimée par tous les points du système cérébro-spinal compris entre l'insertion du dernier filet du spinal et celle du premier filet du pneumo-gastrique proprement dit.

Mais, dans les autres reptiles, les batraciens et les serpents, où il n'existe pas de nerf spinal, la mort est la suite nécessaire de la section faite derrière le quatrième ventricule. Ce résultat démontré par l'expérience pouvait déjà se conclure des connexions anatomiques. Il en est de tous les poissons comme des batraciens et des serpents.

Les mêmes effets sur la respiration et la digestion résultent, soit de la section du tronc du pneumo-gastrique, soit de la lésion du point correspondant de son insertion, c'est-à-dire de la partie du quatrième ventricule où il aboutit. On a déjà vu cette réciprocité d'effets par suite de la section de la cinquième paire et de la partie antérieure du quatrième ventricule.

§ Ier. *Influence de la huitième paire sur la digestion.* Pour apprécier l'influence de la cessation de l'action de la huitième paire dans la digestion, il est bon de rappeler le résultat d'autres expériences faites pour estimer l'influence mécanique de la contraction musculaire de ce viscère sur le même phénomène.

a. Influence mécanique de l'estomac dans la digestion. Réaumur et Spallanzani ont fait voir que des aliments renfermés dans des boules métalliques, inflexibles, percées de petits trous, étaient digérés comme s'ils étaient libres dans la cavité de l'estomac. Il est évident qu'alors l'action mécanique des parois de cet organe n'a contribué en rien à la digestion. Or, la nature répète en grand et de toutes les manières cette expérience sur les poissons osseux. J'ai observé cent fois dans l'estomac, si membraneux et si peu contractile des maquereaux, des vives, des trigles, etc., des petits crustacés, des crabes, par exemple, des crevettes, des astéries, etc., à tous les degrés de ramollissement

et sans déformation, depuis la dureté naturelle de leur test jusqu'à la dissolution complète. Et cette action chimique, qui s'exerce au contact, dissout le test avant d'entamer les parties molles qu'il protége. Ce qui se passe naturellement dans les poissons, comme chez les mammifères soumis à l'expérience, exclut donc dans l'action de l'estomac tout effet mécanique de ses parois.

Cela posé, voici des expériences sur la section de la huitième paire chez des mammifères.

b. Effet de la section de la huitième paire sur la digestion. Après un jeûne assez long pour que leur estomac soit vidé, on fait manger à trois chiens une quantité à peu près égale de tripes cuites coupées en gros morceaux. On coupe aussitôt à l'un de ces chiens les deux nerfs pneumo-gastriques avec perte de substance, de manière que les deux bouts restent écartés; à l'autre, après l'ablation de la même longueur de nerf, on rétablit la communication des deux bouts, en les engageant dans des cylindres de fil de cuivre tourné en spirale, et on les y fixe en les traversant avec un fil de cuivre plus mince. On réunit les plaies. Le troisième chien reste intact. Au bout de douze heures, la viande, dans l'estomac du premier chien, offre presque le même aspect qu'avant d'avoir été mangée; la surface de la masse, qui n'est presque pas diminuée, est ramollie et couverte d'une couche mince, de matière pulpeuse et grisâtre. Au centre,

les morceaux assez secs ont encore leur couleur et leur forme naturelle. Les parois du viscère sont lisses et sans plis ; les vaisseaux chylifères sont vides. Dans l'estomac du chien intact, il n'y a plus qu'une petite quantité de viande très-ramollie et une grande quantité de chyme mêlée à de la bile ; les parois de l'organe sont ridées et contractées ; les vaisseaux chylifères dilatés et gorgés. Sur le second chien, il n'y a plus qu'un peu de viande altérée et ramollie, et beaucoup de chyme. Les parois de l'estomac sont ridées, et les vaisseaux lactés sont pleins de chyle.

Chez le premier chien, la digestion a donc été de beaucoup ralentie, et, chez le deuxième, elle a été presque aussi complète que chez le chien intact. Dans ce second cas, l'influence nerveuse s'était-elle transmise par le conducteur métallique, ou bien ce métal agissait-il en développant de l'électricité, ou bien seulement en excitant mécaniquement l'extrémité inférieure du nerf? Or, en établissant la communication des deux bouts de la section par des corps non conducteurs, du verre, de la baleine, le résultat est toujours le même. L'influence n'est donc pas transmise à la manière de l'électricité. Le résultat est encore le même, si l'on fait une seconde ablation sur le bout supérieur du nerf vers le cerveau. Il est évident qu'ici il n'y a plus lieu à la transmission d'aucune influence. Le phénomène dépend donc de la seule irritation de

l'extrémité supérieure du bout inférieur du nerf. Et, en effet, si ce bout de nerf est excité, soit galvaniquement, soit autrement, les résultats sont encore les mêmes.

MM. Breschet, etc., auteurs de ces expériences, en concluent que l'action des nerfs vagues se borne à faire contracter les fibres musculaires de l'estomac, et que les mouvements ainsi produits achèvent la chymification, en renouvelant la surface du bol alimentaire.

Les expériences de Spallanzani et les faits que j'ai cités prouvent que la seule action chimique des sucs versés dans l'estomac, durant la digestion, suffit à tous ses phénomènes. Et ensuite il est douteux que durant l'expérience l'estomac, sous l'influence des irritations mécaniques auxquelles il est soumis, opère les contractions supposées. Car d'après les expériences réitérées de M. Magendie et de M. Herbert Mayo, si sur un animal vivant ou récemment tué, on pince le nerf vague laissé intact, ou si après une section transversale on pince, on irrite le bout inférieur, l'œsophage se contracte, mais l'estomac reste immobile. Et il en est de même par le galvanisme. Or, on sait d'ailleurs que les contractions de l'œsophage sont la seule force qui pousse, accumule et retienne les aliments dans l'estomac. Et l'on peut estimer l'énergie de cette force par la pression qu'éprouve le doigt introduit par l'esto-

mac dans l'œsophage d'un animal vivant, ou par la résistance qu'on éprouve à refouler les aliments dans ce canal, en comprimant avec les deux mains l'estomac d'un chien vivant. Cette résistance est telle qu'on ne réussira pas à la vaincre dans l'instant de la contraction de l'œsophage qui est alternative. Mais la régurgitation s'opère presque d'elle-même dans l'instant du relâchement. Or, il est bien clair que la section du nerf pneumo-gastrique en paralysant l'œsophage, laissera au moindre effort regorger les aliments par un véritable vomissement. D'ailleurs, M. Breschet convient lui-même qu'un courant électrique à travers l'extrémité inférieure du nerf coupé n'a jamais causé de vomissements, c'est-à-dire de contraction de l'estomac, contraction qui, pourtant alors, n'aurait pas eu d'antagonisme à surmonter. Ce n'est donc que sur la sécrétion des sucs digestifs qu'influent les irritations exercées, dans ces expériences, sur le bout du nerf dirigé vers l'estomac.

On ne peut donc pas conclure de la contraction des fibres de l'œsophage à celles de l'estomac. Celles-là sont aussi contractiles que les autres le sont peu. Aussi sont-elles paralysées après la section de la huitième paire. Or, les moindres pressions des muscles abdominaux suffisent alors pour faire rétrograder les aliments par ce canal dont les parois n'y opposent plus d'obstacle. Et déjà même, dans l'état ordinaire, si l'estomac est plein, un effort

assez peu considérable donne lieu à des régurgitations d'aliments.

Ces résultats des expériences coïncident avec l'effet des différents degrés de développement des branches stomacales du nerf pneumo-gastrique. Ces branches sont d'autant plus volumineuses que des sécrétions plus abondantes contribuent à la digestion, ou même sont l'unique agent de ce phénomène, et qu'en même temps des aliments plus durs doivent être digérés. Tels sont les poissons déjà cités ; les squales, les raies. Le foie est énorme dans ces derniers. Il est aussi à proportion très-gros, et beaucoup plus que chez pas un mammifère, dans les poissons osseux que j'ai cités. Mais ces derniers ont encore une force chimique supplémentaire, dans les sucs si abondants que fournissent les cœcums de leur pilore, quelquefois au nombre de cent et plus. Cela explique comment le grain qui remplit le jabot de pigeons à qui l'on a coupé la huitième paire, est resté sec et non ramolli.

Ces branches stomacales sont, au contraire, d'autant plus petites que des phénomènes mécaniques contribuent davantage à la digestion ; par exemple, la mastication chez les mammifères, et le broiement, la trituration du gésier chez les gallinacés, les palmipèdes, les passereaux, etc. (1).

(1) Un seul poisson, le mugil-cephalus, m'a offert une trituration gastrique par un véritable gésier, tout semblable à

Mais il est très-probable que ces altérations de la digestion dépendent aussi, d'une manière plus ou moins prochaine, des troubles simultanés qui arrivent dans la respiration. C'était pour que l'influence du trouble de la respiration ne compliquât point le phénomène que M. Magendie a fait la section des nerfs pneumo-gastriques immédiatement au-dessus du diaphragme. Ce n'est qu'après cette section qu'il fait manger à l'animal des substances dont la chymification est connue, des corps gras, par exemple. Aussi, après le temps convenable, les substances sont chymifiées, et elles fournissent ultérieurement un chyme abondant.

§ II. *Influence de la huitième paire sur la respiration.* Voici les phénomènes que la section des mêmes nerfs fait naître dans le poumon quand la glotte ne se resserre pas au point que l'animal meurt immédiatement. Et alors il ne meurt qu'après trois ou quatre jours. La respiration est d'abord gênée; les mouvements d'inspiration sont plus étendus, plus rapprochés; la locomotion devient fatigante, souvent même l'animal reste immobile. D'abord la formation de sang artériel continue; mais bientôt, le deuxième jour, par exemple, la respiration s'embarrasse davantage; l'inspiration devient plus difficile. Le sang artériel ne se fait plus aussi ver-

celui des gallinacés. Il n'a pas un seul cœcum au pilore, et sa bouche est entièrement désarmée.

Ce fait était déjà connu d'Aristote.

meil; il est plus foncé; sa température baisse. Bientôt, pour respirer, tous les efforts respiratoires sont au maximum; le sang artériel a presque la couleur du sang veineux, et sa quantité diminue dans les artères. L'animal se refroidit, et bientôt il meurt. On trouve alors les cellules bronchiques, les bronches, et la trachée elle-même, remplies d'un liquide écumeux, quelquefois sanguinolent. Le tissu du poumon est engorgé; les divisions et même le tronc de l'artère pulmonaire sont distendus par un sang presque noir. Il s'est fait des épanchements considérables de sérosité, et même de sang dans le parenchyme du poumon.

En outre, avec le progrès de cette série de phénomènes, l'animal consomme de moins en moins d'oxigène, et forme de moins en moins d'acide carbonique.

Il est évident qu'alors la mort est l'effet de l'obstacle mécanique par lequel l'altération du poumon empêche l'air d'arriver aux cellules bronchiques, et le sang de passer de l'artère dans les veines pulmonaires, obstacle d'où suit la distension du système veineux, et la vacuité relative des artères avant la mort.

La section d'un seul nerf, ne produisant ces effets que sur un poumon, et l'autre suffisant seul à l'entretien de la vie, ne fait point périr l'animal.

Il n'est pas étonnant que les effets éloignés de

ces phénomènes diminuent ou altèrent la sécrétion des sucs digestifs.

La section de ces nerfs cause, chez les poissons, des phénomènes particuliers dans le mécanisme de la respiration. L'opercule et l'appareil branchiostége deviennent immobiles, quoique tous leurs nerfs viennent de la cinquième paire, et l'animal meurt asphyxié par cette double immobilité si les deux nerfs sont coupés. Les mêmes phénomènes résultent de la destruction du segment d'insertion de l'un des nerfs vagues au quatrième ventricule, ou, ce qui est la même chose, du lobe correspondant quand il y en a de développé, comme dans les carpes, chez les cyprins, dans les murènes, etc. (1).

Cette action, cette influence du pneumo-gastrique sur la respiration et sur la digestion, est commune à tous les animaux vertébrés. Chez tous aussi existe la même corrélation entre cette paire et la cinquième et entre leurs appareils encéphaliques. Ces deux appareils, par leur constance et leur importance, sont les deux centres des deux mécanismes essentiels de la vie de l'animal, le centre

(1) On va voir tout-à-l'heure que les lobes particuliers à la carpe et à quelques cyprins, ne correspondent pas à un *maximum* d'influence sur la respiration, car le trouble du mouvement des opercules n'est pas plus grand, et l'asphyxie n'est pas plus prompte par la blessure ou la destruction de ces lobes, chez les cyprins que chez les poissons qui manquent de ces lobes; par exemple la lote, le brochet, etc. Ces lobes correspondent à un ordre de nerfs sensitifs particuliers.

d'où part l'excitation des phénomènes de la nutrition, et celui où concourent les impressions des sens.

§ III. *Actions spéciales de la huitième paire.* Mais selon que ces deux mécanismes se simplifient ou se compliquent davantage, chacun dans leurs éléments particuliers, le pneumo-gastrique, comme nous l'avons vu pour la cinquième paire, multiplie ses nerfs, et chacun de ces nerfs surnuméraires ou bien passe à des fonctions nouvelles et ailleurs inconnues, ou bien supplée à des nerfs spéciaux qui ne font plus partie du plan d'organisation où il a été introduit.

1°. Et d'abord dans les cyprins, surtout dans la carpe, un ordre des rameaux de la huitième paire, si considérables, que leur somme surpasse celle de presque tous les nerfs dorsaux, se porte à la voûte du palais dans un appareil plus spongieux encore que la couche supérieure de la langue de l'homme. Les substances broyées par les meules pharyngiennes sont en contact avec cette surface palatine toujours humide, et dont les nerfs sont bien plus gros, bien plus à nu que ne sont dans pas un oiseau palmipède les deux branches supérieures de la cinquième paire, à plus forte raison les terminaisons du nerf lingual des mammifères.

Cet ordre de rameaux est donc l'organe du goût de ces animaux. Et comme, ainsi que nous en avons déjà eu tant d'exemples, les centres d'action

des nerfs sensitifs sont infiniment plus développés que ceux de tous les autres nerfs, la carpe, pourvue des plus gros nerfs palatins dans une proportion au moins double de celle des autres cyprins, a les parois postérieures du quatrième ventricule développées en deux voûtes élargies, confluentes sur la ligne médiane, et sillonnées en-dessus. Cette double voûte mesure donc l'excès de matière nerveuse qui correspond à l'excès d'action des nerfs gustatifs de la carpe, comme on a vu dans les trigonocéphales et autres serpents à gros yeux, l'excès de leurs lobes optiques sur ceux de l'amphisbane mesurer cette quantité d'action qui se passe de moins dans les lobes optiques de ce reptile aveugle, où, par conséquent, les lobes optiques n'ont d'autre action que celle qui y réside partout ailleurs, en sus de la perception visuelle et des déterminations qui peuvent en résulter.

Cette disproportion des lobes gustatifs de la carpe aux lobes encore gustatifs, mais à un moindre degré des autres cyprins, prouve que la quantité de matière nerveuse nécessaire à exciter les actions respiratoires et digestives, toute supérieure qu'elle soit à la quantité employée à l'excitation des muscles, est de beaucoup inférieure à celle qu'exige la perception d'une sensation.

Et, comme la partie postérieure du quatrième ventricule et le nerf pneumo-gastrique des poissons surpassent constamment de beaucoup les or-

ganes analogues des animaux aériens, on voit que chez les poissons la quantité d'action nerveuse nécessaire à la respiration (car c'est aux branchies que se distribuent ordinairement les plus gros nerfs de la huitième paire de ces animaux), est infiniment plus grande que celle qu'exige la respiration des animaux aériens, quoique pourtant, ainsi que l'indique la différence de leur température, la quantité de respiration soit beaucoup moindre dans les poissons que dans les trois autres classes, et surtout que dans les mammifères et les oiseaux.

2°. Dans tous les mammifères et les oiseaux, les muscles de la glotte et du larynx sont animés par des rameaux du pneumo-gastrique.

Dans les mammifères la section du nerf laryngé, inférieur ou récurrent, paralyse les muscles dilatateurs de la glotte, qui ne s'ouvre plus dans l'inspiration; tandis que les muscles constricteurs, animés par le nerf laryngé supérieur, conservent toute leur action et la ferment plus ou moins complètement. Ce dernier nerf se distribue aux muscles arythénoïdiens, crico-thyroïdiens, et à ceux de l'épiglotte. Ces muscles, en fermant la glotte, déterminent, par la durée et l'intensité de leur action, le degré de durée et d'énergie des efforts dont l'animal est susceptible.

Car un effort quelconque ne peut durer qu'autant que les muscles qui l'exécutent trouvent en définitive un point d'appui de leurs leviers sur

la poitrine fixée et immobile. Le nerf laryngé supérieur est donc réellement, chez les mammifères, l'agent principal de tous les efforts, soit d'impulsion, soit de résistance. En cessant d'agir il rompt à l'instant le concert des actions de tous les autres nerfs et des muscles qui leur sont soumis.

Les effets de la double expérience sur les nerfs laryngés induisent à croire que dans les lésions isolées de la voix et de la respiration chacune de ces branches peut être séparément lésée.

3°. Dans les serpents, il ne subsiste plus qu'une branche laryngienne et linguale qui offre une particularité fort remarquable. Après avoir animé les muscles du larynx et de la langue, elle participe aux fonctions tactiles de cet organe par les filets qu'elle fournit à l'anastanose avec le nerf maxillaire inférieur.

Dans tous les poissons osseux la langue forme l'axe et la quille d'appui de l'appareil branchiostége; elle en partage le mouvement, qui est excité par la branche operculaire de la cinquième paire. Les filets antérieurs du premier nerf branchial y contribuent aussi.

Comme dans les mammifères, le nerf glosso-pharyngien par le lieu de son insertion à la moelle et par son adhérence avec le tronc du pneumo-gastrique dans le canal osseux de sortie, peut être considéré comme une branche de ce dernier nerf, on voit que, sous le rapport des actions sensitives

et motrices de la langue qu'il opère dans les serpents, il n'y a réellement rien de nouveau ni d'étranger à ce qui existe dans les mammifères.

Seulement, comme les insertions sont assez distantes chez les mammifères, on voit que des causes agissant isolément sur un point d'insertion cérébro-spinal, au lieu de produire dans les mammifères des effets de tout le nerf, comme dans les oiseaux et les reptiles, ne produiraient que des effets partiels. Ainsi, par exemple, de même que la paralysie de la pointe de la langue n'est pas nécessairement accompagnée de la paralysie de la base, de même la langue peut rester mobile et sensible à sa base où se distribue le nerf glosso-pharyngien, quoiqu'une partie ou la totalité des branches du pneumo-gastrique soient atteintes de quelque trouble. C'est ce qui arrive, par exemple, très-probablement. dans les asthmes nerveux.

Dans les animaux essentiellement muets ou dépourvus de voix et d'organe vocal, non-seulement il n'existe plus d'appareil mécanique de la voix, mais aussi il n'est plus possible de retrouver aucune branche du nerf pneumo-gastrique, qui rappelle les nerfs laryngiens des mammifères et des oiseaux.

Néanmoins on ne peut pas conclure l'absence de la voix de l'absence de ces nerfs qu'on a appelés vocaux ou laryngiens. Car les batraciens n'ont à

leur larynx que des nerfs de la cinquième paire, et cependant tout le monde sait que ce sont des animaux très-criards.

Le nerf pneumo-gastrique n'est donc pas exclusivement le nerf vocal chez tous les animaux.

Et dans les serpents et les lacertiens à langue vibratile, une partie des filets du rameau laryngien devient organe du toucher.

4°. L'on a vu que dans les poissons les nerfs branchiaux avaient constamment un grand excès de développement sur les nerfs pulmonaires des mammifères et des oiseaux, quoique dans ces deux classes les nerfs pulmonaires soient fournis à la fois, et par le pneumo-gastrique, et par le grand sympathique. Cet excès est tel, que dans l'esturgeon, par exemple, le diamètre du tronc d'un seul nerf est au moins triple de celui de la moelle épinière. Or, néanmoins, la quantité de respiration des poissons, en d'autres termes le volume d'oxigène qu'ils consomment dans un temps donné est relativement fort petit, car une tanche en absorbe dans le même temps 50,000 fois moins qu'un homme.

L'excès de matière nerveuse sert-il seulement à l'excès d'action physique et chimique nécessitée par l'adhérence plus grande de l'oxigène à l'eau qu'à l'azote de l'athmosphère; ou bien sert-il seulement à donner aux surfaces branchiales une sensibilité tactile, suffisante pour l'appréciation

des qualités de l'eau où se trouve le poisson, et pour celle des petits corpuscules que cette eau aurait pu déposer sur les surfaces branchiales, dépôt dont résulterait la diminution de l'étendue des surfaces respirantes? Comme l'exemple des nerfs optiques et des rétines plissées des poissons, la grandeur de leurs yeux; celle des narines, chez les squales, les murènes, etc., montrent que l'affinité plus grande exercée par l'eau sur tous les corps gazeux, ou même impondérables, qui la traversent, nécessite une plus grande action de la part de ces organes; il nous semble très-probable que les deux phénomènes nerveux supposés, se passent à la fois dans les branchies des poissons. L'influence nerveuse, sur l'acte chimique de la respiration, doit donc y avoir beaucoup plus de force que dans les poumons, et en outre le nerf pneumo-gastrique y devient l'organe d'une sensibilité tactile, très-énergique, semblable à celle qui réside à la glotte des mammifères, des oiseaux et des reptiles. Ce qu'indique d'ailleurs la vive douleur que tout frottement contre les branchies des poissons semble causer à ces animaux.

On a vu que dans le barbeau le nerf collatéral antérieur de la première branchie, était une division de la cinquième paire. La cinquième paire peut-elle donc exciter aussi l'action chimique de la respiration? ou bien donne-t-elle seulement à la branchie cette sensibilité tactile qu'on y observe, et le

nerf collatéral postérieur, constamment le plus petit, sert-il seul aux fonctions respiratoires? ce qui porterait à penser que des deux nerfs collatéraux de chaque branchie, chacun aurait une action propre et distincte; que l'antérieur, toujours de beaucoup plus gros que le postérieur, serait le nerf de la sensibilité; le postérieur, celui de l'action chimique.

On conçoit que l'expérience résultant de l'abolition de l'une de ces actions par la section préalable du nerf correspondant, pourrait seule démontrer cette induction. Mais elle se conclut de tant de faits concordants, qu'elle a un très-haut degré de probabilité. Ce serait donc principalement avec cette partie des nerfs branchiaux destinée à la sensibilité tactile des branchies que le développement de la partie postérieure du quatrième ventricule, correspondrait si constamment dans les poissons. Et cela expliquerait le petit volume de cet organe dans les mammifères, les oiseaux et les reptiles, où la sensibilité tactile, si faible sur toute l'étendue des surfaces pulmonaires, ne réside pour ainsi dire qu'à l'entrée seulement du canal qui y conduit, à la glotte.

Dans tous les cas, la correspondance d'action de la partie postérieure du quatrième ventricule avec la huitième paire reste démontrée. Cette détermination est fort importante. Car dans ces maladies de la respiration, connues sous le nom d'asthmes nerveux, soit périodiques, soit continus,

où il n'existe aucun signe d'état catarrhal ou inflammatoire, soit du perenchyme pulmonaire, soit des bronches; où le malade semble menacé d'une suffocation imminente, et où après la mort, les poumons n'offrent aucune trace d'altération ; il est très-vraisemblable qu'en examinant la partie correspondante du quatrième ventricule, on y trouverait des altérations d'où dépendirent les phénomènes morbides. On conçoit comment nous ne pouvons ici produire des faits à l'appui de cette induction, puisque l'on n'avait pas même soupçonné, jusqu'ici, la correspondance d'action qui existe entre la respiration et le lobe du quatrième ventricule.

Plusieurs faits bien remarquables auraient dû cependant faire soupçonner l'influence de cette partie du système cérébro-spinal sur les fonctions les plus indispensables de la vie, la respiration et la circulation. Car le nerf pneumo-gastrique, directement et par ses rapports avec le grand sympathique et les ganglions, est une des sources des nerfs cardiaques. Or, on avait l'expérience que la moindre blessure, la moindre déchirure de cette partie causait une mort instantanée, que c'est ainsi que l'on tue plusieurs animaux, les canards, les oies, les lapins, et que même les bêtes de boucherie sont tuées ainsi en Espagne, avant d'être saignées. L'on savait que chez l'homme la luxation de la première vertèbre sur la secende a les mêmes effets,

etc. Il est donc fort important de chercher désormais quel est l'état de cette partie cérébro-spinale, dans les maladies de la respiration , surtout dans celles où il n'y a pas d'altération de l'état physique du poumon.

Cette influence sur la respiration, du nerf pneumo-gastrique inséré sur le cordon supérieur de la moelle, éclaire sur les fonctions du nerf spinal. Ce nerf, comme on sait, s'insère au-dessus du ligament dentelé, bien plus près du bord supérieur que du bord inférieur de la moelle, et ses insertions se relèvent davantage à mesure qu'elles sont plus postérieures. Or, nous avons vu, et nous y reviendrons à l'article des nerfs spinaux, que les cordons supérieurs de la moelle ne sont pas excitateurs du mouvement, mais de la sensibilité; et la distribution de la cinquième paire à toutes les glandes de la tête, savoir, aux lacrymales, parotides, maxillaires, etc., nous a montré que l'action excitatrice des sécrétions s'alliait à celle de la sensibilité. Il est donc très-probable que le nerf spinal, au lieu d'avoir uniquement pour fonction d'exciter quelques muscles scapulaires, actifs dans la respiration, a aussi pour effet de transmettre, à tout le nerf pneumo-gastrique et par conséquent aux poumons et au cœur, l'influence de toute cette longueur de la moelle sur laquelle ses filets d'origine prennent insertion. Cette extension à une plus grande longueur du système cérébro-spinal de

l'influence qu'il exerce sur la respiration, est une autre raison de ne pas négliger, dans le cas des névroses de cette fonction, l'application des révulsifs à la partie correspondante de la colonne vertébrale.

5°. Dans les torpilles, les quatre premiers nerfs branchiaux se divisent chacun en deux rameaux inégaux dont le plus gros, d'au moins le double, va se distribuer immédiatement dans les disques et les tuyaux membraneux de l'appareil électrique. Je me suis assuré que les extrémités des filets n'étaient pas flottantes dans la pulpe gélatiniforme qui remplit les cellules de l'appareil, ainsi que cela a lieu dans les appareils capsulaires des raies. N'ayant pu examiner que des animaux conservés depuis deux ou trois mois dans l'alkool, mes observations n'ont guère pu être poussées plus loin. Mais j'ai pu constater la proportion du volume de ces nerfs, et surtout leur correspondance et leur connexion avec deux lobes solides qui remplissent la partie postérieure du quatrième ventricule, et naissent de son fond. Comme il se rend en outre dans la batterie électrique un nerf de la cinquième paire correspondant à celui de la plus postérieure des trois capsules des raies ordinaires; comme tout porte à croire que dans ces poissons ces capsules ne sont que des organes susceptibles de sentir à distance et hors du contact des corps; et comme la cinquième paire est partout organe de

sensibilité, n'est-il pas très-probable que dans la torpille la partie de la batterie animée par la cinquième paire, participe à cette propriété des raies ordinaires, et que l'action électrique par laquelle cette batterie se décharge à distance sur la proie ou sur l'ennemi de la torpille, est exercée uniquement par les branches du nerf pneumo-gastrique?

Quoi qu'il en soit de cette séparation ou de cette identité d'action entre les nerfs de la cinquième et de la huitième paire dans la batterie électrique de la torpille, le volume de ces nerfs et celui des lobes correspondants annonce assez que la quantité d'action est au moins égale à celle des actions sensitives les plus énergiques.

Mais comme dans les gymnotes et les silures, la batterie électrique reçoit des nerfs de toutes les paires spinales, on voit que la faculté électromotrice n'est exclusivement propre à aucune paire de nerfs en particulier.

6°. Quelles sont les propriétés et l'influence de ce nerf de la huitième paire qui règne le long de chaque flanc de presque tous les poissons, jusqu'à la queue? 1°. Ce n'est pas certainement un nerf sensitif, car on a vu que le plus souvent il était situé dans l'épaisseur des muscles sur toute la longueur de son trajet; et là où il règne à la superficie des muscles, comme dans les cyprins, par exemple, l'épaisseur des écailles exclut encore l'idée d'une action de toucher. Ses fonctions seraient-

elles d'établir un concert entre les mouvements du tronc et ceux des branchies, comme on l'a dernièrement supposé? Mais les mouvements respiratoires des poissons n'ont besoin d'aucun point d'appui, et n'ont réellement aucun auxiliaire dans les muscles du tronc du poisson. D'ailleurs, ce nerf existe aussi-bien développé dans les squales et les raies où les branchies sont fixes et sans opercules, que dans les poissons osseux. Nous avons commencé sur ce nerf des expériences qui ne sont point encore assez multipliées pour que nous en déduisions une expression générale.

CHAPITRE VI.

DES MOUVEMENTS RESPIRATOIRES ET PHYSIONOMIQUES DE LA FACE ET DU TRONC.

Que l'on observe les pénibles efforts de la respiration sur un phthysique, ou sur un malade affecté d'hydropisie dans une ou dans plusieurs des cavités de la poitrine; que l'on considère le parfait accord pour le résultat, et la parfaite simultanéité pour les temps et les degrés de la contraction, entre les muscles de la face, du tronc et même des membres, sur un homme ou sur un animal essoufflé par une course accélérée, et l'on sera

frappé de l'harmonie d'un mécanisme si compliqué. Observez ces mêmes malades endormis, ou bien, encore, réveillez une personne en sursaut, et vous verrez toujours enchaînés dans le même ordre ces mouvements *respiratoires*. Ils ne sont donc pas soumis à la volonté. Dans ce même réveil en sursaut, observez d'autres mouvements, qui se répètent aussi lors d'une impression brusque et violente, dans une peur subite, et vous serez encore frappé de la simultanéité, du concert, de ces autres mouvements, caractéristiques de l'état de l'âme, et qu'à cause de cela on nomme *physionomiques*.

Ce système particulier de mouvement dérive, non pas d'un ordre particulier de muscles, mais d'un ordre spécial de nerfs qui animent des muscles, communs d'ailleurs à un grand nombre d'autres mouvements.

Ces nerfs sont : 1° le facial, ou portion dure de la septième paire; 2° le respirateur supérieur extéterne; 3° le respirateur inférieur externe; et 4° le respirateur interne ou diaphragmatique.

1°. *Mouvemens respiratoires et physionomiques de la face.* Le *nerf facial*, ou portion dure de la septième paire, est, à la face, l'excitateur de mouvements entièrement relatifs les uns à la respiration, les autres à l'expression physionomique de l'animal. Ces deux ordres de phénomènes, qui sont inséparables, et partant les nerfs dont ils dé-

pendent, manquent ou existent nécessairement ensemble. Ils manquent invariablement à tous les poissons et à la plupart des reptiles.

On a vu que chez tous les animaux de ces deux classes, il ne se distribue à la face et au côté de la tête, que des nerfs de la cinquième paire. Toute la face y est complètement immobile, et le plus souvent cuirassée d'écailles ou de plaques osseuses. Aussi les narines et les lèvres y sont-elles étrangères à la respiration. Ce qu'on a nommé nerf facial, dans ces animaux, et qui est une dépendance de la huitième paire, se distribue à la première branchie chez les poissons, à la langue chez les lézards et les serpents, au cou et à la gorge chez les oiseaux. Ce n'est que dans les tortues qu'il existe une vraie portion dure de la septième paire, et elle se distribue toute entière au muscle digastrique. Elle n'a donc aucun rapport, soit à la respiration, soit à l'expression.

Et comme, là où la face n'est pas mobile, la sensibilité peut y avoir des organes spéciaux, tels que les barbillons des poissons, la fosse préoculaire des serpents à sonnettes, etc., organes constamment animés par la cinquième paire, on en pouvait conclure qu'à la face des mammifères et de l'homme, la cinquième paire est l'organe du toucher, et le nerf facial celui du mouvement. Mais tous les mouvements de la face, volontaires et

involontaires, dépendent-ils de la septième paire? Voilà ce que l'expérience seule pouvait résoudre.

Or, l'interruption pathologique, ou la section du tronc du nerf facial, détruit complètement tous les mouvements physionomiques et respiratoires de la face sur tous les animaux. Dès-lors la narine est immobile dans tous les mammifères, sans exception; si c'est un chien, ses lèvres ne peuvent prendre l'expression de caresse ou de menace, etc. Si l'on tue l'animal par hémorragie, après la section du nerf facial d'un seul côté, ces convulsions, ces spasmes si violents de la bouche, des narines, des paupières et de toute la face, qui arrivent alors, ne se passent plus que du côté sain. Ce même contraste entre ces agitations effrayantes d'un côté de la face, et cette immobilité absolue de l'autre, les deux yeux, au contraire, étant également agités, a été observé sur une femme morte à la suite d'une destruction du tronc du nerf facial. Réciproquement j'ai arrêté sur des lapins ces bâillements convulsifs de l'agonie, par la section de la septième paire, les mouvements convulsifs de la poitrine continuant.

Les mouvements de la face et des lèvres, relatifs à la mastication, à la préhension des aliments, ne sont pas, au contraire, également altérés alors chez tous les mammifères. La jeune Rebecca Tarkins, observée par M. Shaw, a tous les

muscles de la face paralysés à droite, pour la respiration et l'expression; elle ne peut fermer l'œil droit quand on feint d'y toucher, et cependant les mouvements de la mastication et de la préhension des aliments subsistent de ce même côté; elle a même l'habitude d'y manger par préférence.

Un âne à qui la septième paire est coupée, n'en ramasse pas moins bien ses aliments avec ses lèvres, ce qu'il ne fait plus au contraire après la section de la cinquième paire. Alors il est obligé de ramasser le grain avec la langue, et il ne peut plus élever ni projeter les lèvres. Sur un chien, ou tout autre carnivore, l'action de prendre les aliments n'est plus aussi bien conservée que chez les herbivores. L'action du facial est donc plus étendue, plus dominante chez les carnassiers. Cette action est aussi plus dominante dans l'homme que chez les herbivores.

La section du facial sur un chien, sur un singe, outre les effets déjà décrits, paralyse la paupière et le sourcil. L'œil reste ouvert quand on en approche brusquement la main, seulement la prunelle se relève alors pour se cacher sous l'orbite. Il en est de même sur l'homme par la destruction maladive. Alors aussi est perdue la faculté de siffler. Sur un chat, cette espèce de jurement par laquelle l'animal menace, le *feulement* ne se fait plus du côté lésé, et l'oreille du même côté qui, alors,

devrait comme l'autre se renverser, reste immobile.

Dans les animaux où l'oreille est mobile, toute la part que prend cet organe à la physionomie est donc ainsi supprimée par la section du nerf facial.

Comme on le verra pour les autres nerfs respirateurs, le facial est un des derniers à agir. Et quand plusieurs de ceux-ci n'agissent plus, par exemple, le spinal et le respirateur supérieur externe, dans l'épuisement des longues phthysies, il redouble d'action. C'est à cela que tient alors ce jeu si actif des ailes du nez. La vivacité de ce jeu est un sûr indice de la gravité de plusieurs lésions du poumon.

Toutes les branches du nerf facial qui se répandent sur le cou, et principalement dans le muscle peaussier, servent à l'expression physionomique. Leur nombre et leur volume sont en proportion de cette expression. Aussi sont-ils bien plus gros et plus nombreux chez les carnivores, dont le cou contribue si énergiquement à la physionomie, que dans les herbivores. C'est à ces branches cervicales que tient le hérissement de la tête et du cou dans les chiens, le chat, le lion.

Dans les oiseaux il n'y a plus de mobilité des narines, ni de la face, ni de la bouche, soit pour

l'expression, soit pour la respiration. Tous les mouvements respirateurs se passent dans la glotte; aussi n'y a-t-il pas de nerf facial. Les mouvements physionomiques sont bornés aux côtés du cou et à la gorge. Mais dans ces animaux le nerf qui excite ces mouvements est une division de la huitième paire.

Le nerf facial est plus ou moins insensible, suivant les animaux, aux piqûres, aux pincements, à la section, etc.; mais chez tous, en le comparant à la cinquième paire, la sensibilité y est infiniment moindre.

Quand les narines sont très-prolongées, par exemple, chez le chameau, le cheval; quand elles forment un boutoir, chez le cochon, le coati; une trompe, chez l'éléphant et le desman, les branches du nerf facial qui s'y distribuent, prennent un accroissement proportionné à ce prolongement. Tout le monde connaît la mobilité des narines du cochon et du cheval; on a vu aussi l'expression des lèvres du cheval et du chameau, dans les besoins de la faim, de la soif et de l'amour, dans la colère et dans la peur. C'est dans l'éléphant que la branche labiale supérieure de ce nerf a le plus de volume, à cause de la grande quantité de muscles qu'elle doit animer (1). Et, en effet, toute l'expression physionomique de l'éléphant est dans

(1) Ce nerf a été découvert par MM. Shaw et Mayo.

sa trompe. Ce nerf y est gros comme le sciatique de l'homme. Il diffère du rameau de la cinquième paire par ses ramifications pour chaque muscle le long de la trompe, tandis que ce dernier nerf ne donne point de filets sur son trajet, et, comme les nerfs des doigts de l'homme, ne s'épanouit qu'à l'extrémité de la trompe. Or, la trompe de l'éléphant lui sert à pousser l'air, comme nous le faisons en sifflant, action que l'on a vu dépendre, chez l'homme, de la septième paire. C'est en soufflant dans sa trompe que l'éléphant verse dans sa bouche l'eau qu'il a aspirée.

2°. *Mouvements respiratoires du tronc.* Dans les mouvements spéciaux de la respiration, tels que les soupirs, qui consistent en inspirations prolongées et entrecoupées; dans l'éternuement, l'essoufflement, etc., il y a un concert admirable de mouvements partiels et involontaires dans les narines, les épaules, la poitrine, le ventre, etc. Ces mouvements sont entre eux dans une telle réciprocité, que nous ne pouvons pas dilater les narines en haletant sans en même temps dilater la poitrine par une action très-bien sentie du muscle grand dentelé. Ces mouvements s'observent dans toute leur intensité sur un cheval qui vient de fournir une course forcée. L'action des muscles les plus éloignés correspond parfaitement à celle des muscles dilatateurs des narines. Or, dans les actions soumises à la volonté ces muscles sont séparément mobiles.

M. Bell a résolu le problème de cet accord simultané dans le premier cas, et de cet isolement dans le second. Voici la solution : les mêmes muscles ne sont pas excités par les mêmes nerfs dans chacun de ces cas. On a vu comment il l'a prouvé pour les muscles de la face. En voici la démonstration pour les mouvements respiratoires du tronc.

Si l'on veut faire soulever les épaules à un homme hémiplégique, malgré tous ses efforts, il ne peut élever que celle du côté sain. Dans le vomissement, dans l'éternuement, au contraire, les deux épaules s'élèvent avec la même force et la même vitesse.

Les mouvements volontaires de la poitrine, dans le côté malade, sont également abolis. Et cependant, si l'on fait respirer fortement un hémiplégique, on sent la poitrine se dilater autant d'un côté que de l'autre.

1°. L'épaule est élevée, dans ce cas, par les muscles trapèze et sterno-mastoïdien, que l'on voit se contracter chez les paralytiques. Ces muscles reçoivent tous les filets du spinal. Or, la section du nerf spinal, en laissant ces muscles mobiles pour les mouvements volontaires de la tête et de l'épaule, les paralyse pour ceux de la respiration. Aussi, M. Bell appelle-t-il ce nerf, *respirateur externe supérieur*. On conçoit maintenant comment ces muscles, qui reçoivent beaucoup de filets nerveux

du plexus cervical, sont soumis par ces derniers à la volonté.

Or, ce nerf manque dans tous les animaux où les côtes pour s'élever ne prennent pas un point d'appui sur la tête; ce qu'elles font dans presque tous les mammifères Et, en effet, le chameau, où les sinuosités du cou rendaient ce point d'appui impossible, n'a pas de nerf spinal proprement dit, d'après M. Shaw. Il ne subsiste de ses filets que ceux qui se réunissent aux nerfs hypo-glosse et glosso-pharyngien.

2°. Le nerf *respirateur externe inférieur*, qui naît des quatrième et cinquième paires cervicales, et est souvent uni au nerf diaphragmatique ou respirateur interne, s'en éloigne en arrière, passe au-dessus des côtes, et se rend tout entier au muscle grand dentelé, qui reçoit d'ailleurs un grand nombre de filets des nerfs dorsaux correspondants. La belle *pl.* 2 de M. Bell (*an exposition of the natur. syst. of the nerv.*) montre que ce nerf et le diaphragmatique s'anastomosent avec la branche cervicale du nerf facial.

3°. Les expériences et la pathologie chirurgicale ont assez prouvé que le jeu du diaphragme dépend du nerf *diaphragmatique* ou *respirateur interne*. Or, on sait assez que tous ces mouvements respiratoires s'exercent aussi bien dans le sommeil que dans la veille. On vient de voir qu'ils

échappent aux paralysies; ce sont aussi les derniers qui continuent d'agir aux approches de la mort, dans la syncope, etc.

Enfin, ces mêmes nerfs expirateurs du tronc donnent aussi aux muscles qu'ils animent une part dans la physionomie et le jeu des passions. Dans une peur subite, les épaules sont soulevées, la poitrine brusquement dilatée. Le corps est secoué sur les membres inférieurs qui tressaillent, etc.

Aucune circonstance anatomique ne peut rendre raison des propriétés particulières de ces nerfs.

M. Bell a mis le nerf hypoglosse dans la classe des nerfs qu-il appelle *surajoutés à la forme primitive* du corps, et qu'il compose des nerfs des sens et des nerfs respirateurs; ce n'est que pour n'en pas faire un chapitre distinct que nous les plaçons ici.

Influences et propriétés de la neuvième et de la dixième paires.

1°. Si sur un chien on pince le rameau lingual de la cinquième paire, l'animal souffre et crie, mais la langue reste immobile. Si on excite galvaniquement ce nerf sur l'animal mort, la langue ne s'agite pas; si l'on pince l'hypoglosse sur un animal qu'on vient de tuer, la langue se contracte. Il en est de même sur l'animal vivant, à un plus fort degré. Enfin la section de l'hypoglosse, sur l'animal vivant, paralyse les mouvements que rien ne peut

plus exciter. S'il n'est coupé que d'un côté sur un chien, l'animal peut encore laper; mais après la section des deux côtés, il ne peut, malgré tous ses efforts, débarrasser son nez enduit de moutarde. Ce nerf hypoglosse est donc l'excitateur des mouvements de la langue.

M. Shaw dit avoir vu, après la section de ces deux nerfs, l'animal pouvoir encore aboyer, laper l'eau, remplir sa bouche d'aliments, mais ne pouvoir avaler.

On se rappelle la disposition des racines de ce nerf relativement aux artères cérébelleuses. Est-ce à la compression de ces racines que tient l'engourdissement, la diminution de la mobilité de la langue à l'aproche des apoplexies, dans l'ivresse, etc.?

Ce nerf n'existe, hors des mammifères, que dans les tortues. On verra plus loin que la langue de tous les autres animaux est mise en mouvement par un autre nerf.

2°. Sur un âne qui vient de mourir, on excite, en pinçant le glosso-pharingyen, des contractions qui paraissent bornées aux muscles stylo-pharyngiens et aux fibres musculaires de la partie supérieure du pharynx. Un homme de trente-six ans avait tout le nerf gauche de la cinquième paire paralysé. Par conséquent, la vue, l'odorat, le goût et la sensibilité tactile de la langue n'existaient plus de ce côté depuis la pointe jusqu'à la base, quoique cependant on y excitât une

légère sensation en pinçant. Mais cette sensation pouvait être transmise par l'hypoglosse même; car, ce nerf, pincé sur un chien ou un chat vivant, excite de la douleur. Le docteur Macmichael observa sur cet homme que le côté gauche de la base de la langue était sensible au toucher et aux saveurs fortes. Du poivre de Cayenne, par exemple, y produisait, après un certain temps, une forte sensation de chaleur, sans perception distincte de saveur particulière; mais du sucre placé au même endroit n'était pas senti.

Ce nerf paraît donc principalement excitateur des muscles où il se distribue, et il est peut-être aussi organe accessoire du goût.

CHAPITRE VII.

PROPRIÉTÉS ET INFLUENCES DES NERFS SPINAUX.

Tous les phénomènes nerveux possibles se passent dans les nerfs encéphaliques. Les uns sont conducteurs spéciaux d'une action sensitive particulière, de la vue, de l'odorat, etc.; un autre, la cinquième paire, est auxiliaire indispensable de toutes les actions sensitives, et de plus, excite encore des sécrétions et des contractions musculaires, et influe sur la nutrition de l'œil. D'autres, enfin, sont exclusivement excitateurs du mouvement; d'autres sont électromoteurs.

Les nerfs spinaux n'offrent pas la même diversité dans leurs phénomènes ; chacun d'eux est également destiné à conduire le mouvement et la sensibilité. Mais chacun de ces phénomènes y réside dans des filets séparés.

Commençons par exposer ce que l'on avait admis sur les fonctions de ces nerfs.

§ I. *Hypothèses sur les fonctions des nerfs spinaux.* Frappé de l'excès de volume des origines postérieures ou dorsales sur les origines inférieures ou abdominales, Gall écrivait, il y a 17 ans (op. cit., in-fol., p. 48) : « On a besoin de plus de force » pour se dresser et pour résister à un fardeau que » pour se pencher et se baisser; et l'extension du » corps qui a lieu après la mort, semble même in- » diquer cette prépondérance des nerfs postérieurs.» Quant au ganglion qui se trouve sur le passage des filets provenant de ces racines dorsales, comme on supposait qu'il interrompait la continuité des nerfs, on supposait aussi qu'il avait pour effet de ralentir, de diminuer l'action nerveuse.

En 1823 M. Bellingeri (*de medullà spinali in act. reg. scient. acad. taurin.* volum. 27) a établi (chap. de l'antagonisme des nerfs) que les filets provenant des cordons antérieurs et postérieurs de la moelle, servaient au mouvement volontaire (1). Admettant l'antagonisme de la sixiè-

(1) M. Bellingeri (op. cit.) admet dans la moelle six cordons, trois de chaque côté; un latéral plus gros, un antérieur, et un postérieur.

me paire avec la quatrième pour les mouvements de l'œil, se fondant en outre sur ce que dans l'homme, suivant l'expression de Gall, l'excès de volume des nerfs postérieurs coïnciderait avec la contraction plus permanente et plus énergique des muscles extenseurs, il conclut que les racines supérieures servent à l'extension et les racines inférieures à la flexion. Or, la quatrième paire est plus de moitié plus petite que la sixième, et de plus dans tous les poissons osseux la quatrième paire s'insère uniquement à la face inférieure ou abdominale du système cérébro-spinal. Ensuite, les nerfs qui dans l'homme excitent les muscles extenseurs de la colonne vertébrale et qui proviennent des paires dorsales, n'offrent pas réellement plus de volume dans leurs racines postérieures, que dans les antérieures. Ce n'est que pour les nerfs du plexus brachial que cet excès s'observe : or, ces nerfs ne servent nullement à exciter les muscles extenseurs du tronc. Ils sont tous destinés aux membres antérieurs, où certes les mouvements les plus énergiques se font dans le sens de la flexion. Enfin, la plus grande quantité de ces nerfs du bras ne se rend pas dans les muscles mêmes, mais à la peau, soit de la longueur du membre, soit des doigts : puis, au col, les nerfs qui viennent des cordons postérieurs se rendent aussi principalement à la peau. Cela est surtout bien remarquable pour le nerf sous-occipital, le plus considérable de tous,

qui donne la sensibilité à la partie postérieure de la tête et de l'oreille, et qui grandit, à cause de cela, comme l'oreille elle-même, dans les chiens, les lapins, etc. Enfin, pour les nerfs de la région lombaire et sacrée de l'homme, ce sont justement les racines antérieures qui forment la plus grande masse, quoique les filets en soient pourtant plus petits individuellement. Mais le nombre y supplée au volume.

Ces seules considérations anatomiques suffisent pour réfuter l'opinion de l'auteur italien qui n'a fait que reproduire celle de Gall. D'ailleurs il ne parle pas de l'influence spéciale du ganglion inter-vertébral. Car s'il admet que ceux des filets d'origine supérieure qu'il dérive de la matière grise, et qui passeraient seuls par les ganglions, sont conducteurs de la sensibilité, cela tient, selon lui, à leur connexion ou même à leur continuité avec la matière grise de la moelle. Et comme cette influence de la matière grise devrait aussi s'exercer sur ceux des filets inférieurs qui, selon lui, en dérivent aussi, il élude la contradiction, en disant qu'il n'en parlera pas, vu que les anatomistes ne sont pas tous d'accord sur cette dérivation.

Quant à un troisième ordre de filets également propre à chaque rang de racine et qui dérive du cordon latéral de la moelle, il lui attribue une action sur les fonctions organiques et sur l'instinct. En quoi il n'a pas, selon moi, rencontré plus juste. Car, en

admettant les trois ordres de filets en question dans chaque rang de racines chez l'homme et les deux ou trois espèces de ruminants qu'il a examinés, comme il est bien certain que dans les oiseaux et les reptiles, et surtout dans les poissons, où les racines sont uniques à chaque origine, il n'y a qu'une seule ligne d'insertion pour les racines; comme ensuite chez les ophidiens il n'y a qu'un seul ordre abdominal de racines, uniques pour chaque nerf; comme, enfin, dans ces deux dernières classes il n'y a pas de matière grise dans la moelle, il est bien évident d'une part que les fonctions organiques et l'instinct sont indépendants d'un cordon particulier de la moelle et d'un ordre de racines qui y correspondraient, d'autre part que la sensibilité ne dépend pas non plus de la matière grise de l'intérieur de la moelle, puisqu'à ce titre cette faculté ne devrait pas exister dans les deux dernières classes. Enfin il suppose que les filets des racines antérieures provenant des mêmes cordons latéraux, formeraient en partie le grand sympathique, et en partie encore iraient directement agir sur les phénomènes de la circulation, de la nutrition, de l'absorption, des sécrétions et de la température. De ces deux dernières suppositions, la premiere est détruite par l'alignement, sur une seule direction, des racines inférieures dans les poissons et les reptiles; et la seconde, par l'expérience qui montre l'absorption et la circulation

maintenues dans une portion de membre ou d'intestin qui ne communique plus avec le tronc que par des vaisseaux parfaitement isolés. Cette supposition est enfin démentie par la nature elle-même, dans le canal intestinal des poissons cartilagineux en général, et surtout des esturgeons et des lamproies, où les trois quarts postérieurs de l'intestin ne reçoivent pas de nerfs, étant absolument isolés et flottants dans l'abdomen. Or, la digestion, l'absorption et toutes les autres fonctions organiques ne s'y exécutent pas moins.

Tel était donc en 1823 l'état des connaissances physiologiques sur les fonctions des nerfs spinaux. Et, comme l'on voit, ces connaissances, déduites seulement de faits d'anatomie observés sur un trop petit nombre d'animaux, étaient loin d'être exactes.

§ II. *Lois suivant lesquelles les propriétés et les phénomènes du mouvement et du sentiment sont distribués dans les nerfs.* Pour partir de faits et de rapports un peu certains, voyons ce qui se passe dans l'homme.

Les racines dorsales des nerfs correspondant au plexus brachial, ont à la fois, et sur leurs congénères abdominales, et sur toutes les racines des autres nerfs spinaux, un excès de volume et de surface au moins quintuple, et pour chaque filet individuellement, et pour le faisceau qui en résulte. Les seules racines supérieures des nerfs lombaires

offrent ensuite un volume presque égal dans leurs filets. Mais, comme on a vu, elles le cèdent pour la somme en volume à leurs congénères inférieures. Or, l'intégrité de ces racines supérieures des nerfs brachiaux coïncidait dans l'observation de la maladie citée plus haut (pag. 551 et s.), avec la persistance de la sensibilité des bras et des mains, paralysés du mouvement, paralysie qui coïncidait elle-même avec l'altération des racines inférieures. Dans une autre observation, l'altération simultanée de toutes les racines inférieures spinales et de tout le demi-cylindre inférieur de la moelle, coïncidait avec la paralysie universelle du mouvement, et, en même temps, l'intégrité de toutes les racines supérieures et du demi-cylindre supérieur de la moelle, avec la persistance de la sensibilité générale. Ces faits prouvent que des deux sortes de racines, les unes, les inférieures, conduisent le mouvement, et les autres, les supérieures, la sensibilité. Sur ces dernières seules se trouve le ganglion intervertébral, et sur le prolongement des inférieures seules se fait l'anastomose avec le grand sympathique. Les ganglions intervertébraux ne sont donc pas des obstacles ou des causes de ralentissement et de restriction de l'action nerveuse, comme on l'avait supposé depuis Bichat, et les anostomoses du sympathique ne semblent donc avoir aucun rapport à des communications harmoniques ou réciproques de sensibilité. En outre, dans la même paire de

nerfs, les filets excitateurs des muscles et le faiseau qui en résulte ont une infériorité constante relativement aux filets conducteurs de la sensibilité, et les nerfs exclusivement sensitifs, tels que l'olfactif, l'optique, l'orbito-maxillaire, etc., ont un excès constant et quelquefois énorme de volume sur les nerfs musculaires du même animal. *L'excès relatif de volume, et partant de surface, est donc une condition nécessaire de la propriété sensitive.*

L'expérience confirme complètement ces inductions de l'anatomie comparée et de l'anatomie pathologique. Si après avoir enlevé les arcs supérieurs des vertèbres, on coupe, sur un animal vivant, les racines dorsales des nerfs d'un membre, le postérieur, par exemple, la sensibilité y est tout à fait détruite, et le mouvement y est conservé. Et réciproquement si l'on coupe les racines abdominales, le mouvement est paralysé et la sensibilité subsiste. L'influence conductrice du mouvement est si bien concentrée dans les racines abdominales, que si l'on donne de la noix vomique à un lapin, un chien ou un chat à qui on les a coupées, le membre correspondant reste souple et immobile pendant les convulsions du membre opposé, et du reste du corps; et si les racines dorsales sont coupées seules, les contractions sont aussi fortes dans le membre où elles se rendent que si les nerfs en étaient restés intacts.

Si l'on galvanise l'une après l'autre, une racine

dorsale et une racine abdominale qui ne communique plus avec la moelle, on obtient à la vérité des contractions par chaque racine. Mais les contractions par les racines antérieures sont en général plus fortes et plus complètes, que par les racines dorsales. L'application du pole-zinc, ou du pole-cuivre au nerf, ne change rien aux phénomènes.

Les racines dorsales pincées, tiraillées, piquées, causent de la douleur, mais une douleur bien moindre que celle qui résulte de l'irritation de la partie correspondante de la moelle. Alors aussi les muscles correspondants au nerf dont on irrite une racine se contractent, mais ses contractions sont encore moindres que dans le cas de l'irritation même de la moelle. La section d'un faisceau de racines dorsales, cause une secousse de tout le membre correspondant.

Les résultats sont inverses en opérant sur les racines abdominales : leurs piqûres, leurs pincements produisent des contractions plus fortes et convulsives, tandis que les signes de douleur sont presque nuls.

L'isolement des deux propriétés dans chacun des deux ordres de racines, n'est donc pas absolu.

Ces faits démontrent péremptoirement que les mouvements d'extension sont aussi-bien que ceux de flexion excités par les seules racines inférieures.

Car les convulsions et le tétanos déterminés

par la noix vomique se passant exclusivement dans les muscles extenseurs, ces phénomènes ne peuvent arriver que par la distribution à ces muscles des nerfs qui émanent des racines inférieures. Or, il est également démontré directement que ces mêmes racines excitent les muscles fléchisseurs. Il n'y a donc pas de nerfs séparément conducteurs de la flexion et de l'extension. La flexion et l'extension ne sont donc pas des phénomènes nerveux, mais purement mécaniques, et exclusivement dépendants de la direction des os, de la construction de leurs articulations, et du mode d'application des muscles qui en sont les puissances.

Cela posé, s'il se trouve des animaux où la sensibilité tactile soit à peu près nulle sur toute la longueur du corps, et d'autres animaux dans lesquels certains nerfs spinaux soient exclusivement sensitifs, il devra arriver que dans l'un et l'autre cas, ces différents nerfs n'auront qu'une seule racine.

Et, en effet, on a vu que les trois premières paires cervicales des trigles, n'ont qu'un seule insertion à la moelle par un court pédicule médullaire, analogue à celui qui s'observe dans tous les cas où un nerf sensitif acquiert un grand degré de développement et d'action. Tel est le nerf optique, l'olfactif, la cinquième et la septième paire de beaucoup de mammifères et d'animaux des autres classes. De même aucun nerf des sens encéphali-

ques, n'offre non plus ses insertions étagées l'une sur l'autre. Elles se font sur le prolongement d'une même ligne parallèle à l'axe du système; et quand il arrive qu'une paire de ces nerfs offre deux étages de filets d'insertion, l'un de ces étages est destiné à une fonction, et l'autre à une autre.

D'autre part, les lamproies et tous les ophidiens ou serpents, animaux essentiellement apathiques, n'offrent aussi qu'un seul ordre de racines insérées à la face abdominale du système. La bifurcation des racines en deux étages correspondants à chaque face de la moelle, n'est donc pas une condition indispensable de l'excitation musculaire, car nous allons voir ces animaux doués des mêmes mouvements que les poissons anguilliformes qui sont pourvus de deux ordres de racines. Toutefois, comme on a vu que la mobilité n'existait pas exclusivement dans les racines abdominales des mammifères, de même les racines abdominales des serpents conduisent les deux propriétés; et, sans y être très-grande, la sensibilité y existe dans un degré infiniment supérieur à la proportion qu'on y observe chez les mammifères.

Il résulte donc de l'existence d'un seul ordre de racines aux nerfs spinaux des serpents, 1°. la privation pour ces animaux d'une grande susceptibilité tactile qui, apparemment, n'eût pas été en harmonie avec leurs autres conditions d'existence; 2°. la démonstration permanente et régulière du phénomène de

l'excitation musculaire par les racines inférieures des nerfs. Cette démonstration réfute évidemment la supposition de M. Bellingeri sur la dépendance où les mouvements d'extension seraient des racines supérieures des nerfs. Car si cela était les serpents ne devraient avoir que des mouvements de flexion. Or, il n'est personne qui ne sache que l'attitude dans laquelle la vipère exerce sur sa proie son pouvoir stupéfiant, nécessite l'extension verticale de plus du tiers supérieur de son corps. Telle est aussi l'attitude des trigonocéphales et serpents à sonnettes, lorsqu'ils exercent ce terrible pouvoir sur des oiseaux, des singes ou des écureuils réfugiés sur des arbres. Cette extension est bien plus active encore dans cette pose colomnaire que prennent ces mêmes serpents américains, lorsqu'ils se dressent verticalement sur un seul tour de spire auquel la pointe de leur queue sert de pivot et de point d'appui. En outre, M. Moreau de Jonnès m'a assuré que le trigonocéphale ne rampe pas seulement par des ondulations latérales, mais que très-souvent les arcs en sont verticaux.

Il est même assez bizarre qu'on ait imaginé des nerfs pour la flexion et des nerfs pour l'extension. Car la nature du mouvement, ou de la contraction, ne varie pas selon ces deux directions du phénomène, directions qui ne dépendent que du genre d'articulation des leviers osseux. Et si par hasard il arrive, ainsi que je l'ai démontré pour

les chauves-souris (voy. ce mot, *Dict. class. d'hist. nat.*) que les leviers des membres soient retournés, les muscles extenseurs deviennent fléchisseurs et réciproquement. Or, on voit clairement, dans ce cas, que non-seulement il n'y a pas de nécessité, mais que même il est anatomiquement impossible que les rapports des nerfs avec les muscles soient changés.

Dans les serpents, eu égard au volume de leur corps, et à la masse des muscles à mouvoir, les nerfs sont d'une petitesse extrême. Dans la lamproie, cette petitesse est rigoureusement microscopique. Or, si ces animaux ne sont pas constamment doués d'une agilité et d'une promptitude soutenues, au moins sont-ils susceptibles momentanément d'une vigueur et d'une rapidité d'élans qui les rend très-redoutables, et que l'on peut difficilement éviter quand on ne l'a pu prévenir. Ensuite si les serpents s'engourdissent dans les zones tempérées, ils sont perpétuellement actifs sous les zones tropicales. Quant aux lamproies, on connaît la brusquerie et la puissance de leurs ondulations à terre. *L'excessive petitesse des nerfs spinaux, exclusivement distribués aux muscles de tous ces animaux, démontre donc par quels infiniment petits conducteurs se transmet l'influence qui excite la contraction musculaire.* Et cette contractilité s'exerce en permanence dans les animaux du tropique.

Cet excès de ténuité des nerfs exclusivement conducteurs du mouvement dans les serpents se retrouve à des degrés différents, mais toujours très-appréciables, en les comparant, dans les différentes classes d'animaux, aux nerfs conducteurs du sentiment. Dans les animaux mammifères et l'homme, l'on voit ainsi que les branches inférieures des nerfs spinaux sont plus petites que les supérieures, et qu'à considérer le volume des nerfs qui se rendent à une surface donnée de muscle et à une surface donnée de peau, les nerfs de la dernière surface l'emportent souvent de plus de cent fois sur ceux de la première. Or on voit de combien cette évaluation doit s'élever en tenant compte de la solidité du muscle. Ainsi, le nerf excitateur de tous les muscles de la trompe de l'éléphant est moins gros que celui qui s'épanouit à l'extrémité tactile de cet organe.

Si l'on examine ensuite quels rapports existent entre la densité du milieu d'existence des animaux et la masse proportionnelle de nerfs qui animent leurs muscles, on verra les nerfs conducteurs du mouvement devenir plus petits non-seulement eu égard à la proportion inverse des nerfs des sens, mais aussi à la proportion des muscles.

On sait que de tous les animaux à vertèbres les poissons offrent la plus grande masse musculaire, c'est-à-dire que, sous le même volume, le corps d'un poisson contient à proportion au moins trois fois

autant de muscles que celui de l'oiseau ou du mammifère qui en a davantage. Déjà quelques reptiles où la queue est une longue et forte rame, les monitors, les tupinambis et même les crocodiles, offrent ces mêmes relations inverses entre le système nerveux et le système musculaire. Et l'existence de ces quadrupèdes rentre sous ce rapport dans la même loi que celle des poissons, puisqu'ils sont principalement aquatiques.

Si, en la supposant identique et constante, la force qui anime les nerfs avait dû agir avec une intensité égale dans le phénomène de la sensation et dans celui de l'excitation musculaire, l'on voit d'abord qu'il n'y aurait pas eu cette disproportion de volume entre ces deux systèmes de nerfs dans toutes les classes. Ensuite, si la proportion des nerfs excitateurs des muscles avait été réglée sur la masse même de ces muscles, on voit que cette proportion aurait grandi comme cette masse, et que les reptiles en question, et surtout les poissons, devraient avoir des nerfs du mouvement infiniment plus gros que ceux des mammifères. Or, au contraire, les poissons, eu égard surtout à la masse de leurs muscles, ont les nerfs les plus petits de tous les animaux. L'exemple le plus péremptoire en est offert par la lamproie, où ils sont rigoureusement microscopiques sur des individus de trois pieds de long. Mais, en même temps que *la quantité des nerfs diminue relative-*

ment à la grandeur de l'animal, la masse de ses muscles augmente, et elle augmente d'autant plus que le milieu d'existence a plus de densité, par conséquent qu'il résiste davantage à l'effort pour le traverser, mais en même temps aussi qu'il atténue davantage l'effet de la pesanteur.

Dans l'atmosphère, au contraire, la masse des muscles diminue et le volume des nerfs musculaires augmente d'autant plus, que l'animal prend plus rarement des points d'appui solides pour le repos et l'impulsion, ou même que dans ce dernier cas il doit suppléer à la solidité de l'appui, par la vitesse avec laquelle il choque des surfaces presque sans résistance. Tel est le mécanisme du vol des oiseaux.

Or, nonobstant cet excès de masse musculaire du poisson, il est immédiatement plus près du terme de l'équilibre avec le milieu liquide où il se meut, que le quadrupède et surtout que l'oiseau avec son milieu aérien. La différence des quantités de matière nerveuse coïncide donc avec ces inégalités d'équilibre ou de force statique. L'excès des nerfs musculaires des animaux aériens paraît donc avoir pour effet de produire une force capable de contrebalancer la pesanteur. Dans le poisson, au contraire, surtout dans les poissons qui par les divers degrés de dilatation de leur vessie aérienne, de leur estomac ou de certains réservoirs

qu'ils remplissent d'air avalé, se mettent dans autant d'équilibres différens que l'exige la profondeur des eaux où ils se meuvent, l'action nerveuse paraît seulement employée à fournir une impulsion égale aux espaces à parcourir Or, par l'inégalité des espaces que nous pouvons franchir en sautant, à l'horizon ou verticalement, et par l'excès d'effort où d'élan nécessaire pour le saut vertical, on voit combien est considérable la quantité d'action nerveuse employée à neutraliser l'effet de la pesanteur. L'excès de matière nerveuse, dans les nerfs musculaires, n'est donc relatif qu'à l'excès de contraction nécessaire à neutraliser cette dernière force; et la quantité nécessaire à produire une impulsion horizontale, soustraite à l'influence de la pesanteur, est donc infiniment petite. Cet exemple prouve combien, malgré la supériorité de volume des nerfs musculaires d'un oiseau, sur ceux d'un poisson pneumatophore, la quantité d'effort pour le vol doit excéder celle de l'effort pour la nage. Car la différence entre les nerfs des poissons et ceux des animaux aériens n'est certainement pas telle que semblerait le nécessiter l'inégale densité des milieux habités par ces deux classes d'animaux.

Dans les poissons eux-mêmes, quelques espèces qui ont la faculté de décrire dans l'atmosphère une assez courte trajectoire par un élan que soutiennent quelques battements assez violents de leurs

larges nageoires pectorales, montrent d'une manière bien évidente le rapport que nous venons d'établir. L'augmentation d'action nerveuse que doit nécessairement entraîner l'excès de l'effort musculaire exercé dans l'air sur celui qui est exercé dans l'eau, ne résulte pas d'un accroissement de volume sensible dans les nerfs. Ainsi, dans l'exocetus exiliens (le plus léger de tous ces poissons volants), où la surface du corps est moindre que la somme des surfaces des nageoires pectorales, les deux premières paires spinales, nonobstant l'excès relatif de volume des muscles, n'ont pas réellement plus de volume que dans le cas des nageoires ordinaires. M. de Humboldt (*Relat. historiq.*, t. I[er]) a cru voir un rapport de proportion entre le volume de ces nerfs et l'énergie des actions qu'ils excitent, parce qu'il a observé un excès de volume des nerfs de cette nageoire sur ceux de la nageoire abdominale. Mais il n'a établi ce rapport que parce qu'il n'a pas comparé sans doute ces nerfs de la nageoire pectorale d'un poisson volant aux nerfs de la même nageoire d'un poisson du même genre, simplement nageur, ce qu'il eût fallu faire pour que la comparaison fût concluante. Car, dans tous les poissons pourvus des deux paires de nageoires, les nerfs de la première paire sont constamment plus gros que ceux de la seconde. Dans l'exocet l'amplitude des nageoires volantes et l'excès relatif de leurs muscles n'ont pas réellement amené une

augmentation visible de volume dans les nerfs qui s'y distribuent.

Dans les mammifères quadrupèdes, où la peau plus ou moins revêtue de poils qui diminuent en proportion de leur épaisseur la faculté du toucher, ainsi que dans les reptiles écailleux et dans tous les oiseaux, à cause des écailles et des plumes qui déterminent le même isolement, la prédominence des racines postérieures ou dorsales, sur les antérieures ou abdominales, n'existe plus à aucune région de la colonne vertébrale.

Dans les bœufs et les chevaux, par exemple, non-seulement les racines inférieures sont aussi nombreuses que les supérieures dans les régions cervicales et dorsales, mais aux tronçons correspondants aux membres, cet excès de nombre coïncidant avec celui du volume, la somme totale des racines inférieures est, d'au moins un tiers, supérieure à celle des racines dorsales. D'ailleurs la direction et la disposition par faisceaux est la même pour les deux ordres de racines.

Dans les oiseaux et dans les reptiles, où la susceptibilité tactile de la peau est moindre encore que chez les quadrupèdes, l'excès des racines inférieures sur les supérieures est beaucoup plus prononcé; la différence en sens inverse est presque la même que celle que l'on observe aux origines des nerfs brachiaux de l'homme, surtout chez les oiseaux.

Aucun nerf spinal ne se rend à d'autres organes que ceux du toucher et du mouvement. Il ne faut en excepter que quelques silures et gymnotes. Chez ces poissons, l'organe électrique reçoit des nerfs de presque toutes les paires spinales. Or, nous avons déjà vu que l'appareil électrique des torpilles était excité par des nerfs de la cinquième et de la huitième paire. Tous les nerfs sont donc susceptibles de cette sorte d'action, suivant les espèces. Je n'ai pas eu occasion de disséquer de silure ni de gymnote électrique; mais d'après le grand excès de volume des nerfs électro-moteurs des torpilles, il est extrêmement probable que les rameaux électro-moteurs des différentes paires spinales des gymnotes offrent un semblable excès relatif de volume.

Les nerfs spinaux, dans l'épanouissement et la distribution de leurs filets, ne subissent pas d'anastomoses entre eux, comme nous en avons vu entre les différents filets des mêmes nerfs de la tête, par exemple, ou entre des filets de paires différentes. Telles sont, par exemple, l'anastomose du rameau descendant de l'hypoglosse avec le rameau du troisième nerf cervical, les anastomoses de la septième paire avec la cinquième, etc. Mais ils offrent constamment près de leur extrémité supérieure une anastomose probablement très-importante.

Dans tous les vertébrés, chaque ganglion sym-

pathique correspondant à un nerf spinal communique seulement avec la branche inférieure de ce nerf, à une distance variable de la séparation de celle-ci d'avec la branche supérieure. Il s'ensuit donc que les rapports harmoniques qu'on attribue à ces communications nerveuses ne seraient communs qu'aux nerfs émanés du cordon inférieur, lequel est exclusivement musculaire, et qu'en conséquence cette harmonie règlerait plutôt l'ordre des mouvements que celui de la sensibilité. Or, on avait justement supposé le contraire. Et ce qui prouve bien que ces communications nerveuses sont, sinon uniquement, au moins très-principalement bornées à des phénomènes mécaniques, c'est que chez les poissons, dans le cycloptère-lump, par exemple, où il n'y a pas de ganglions intervertébraux et où les cordons supérieurs des nerfs spinaux sont également musculaires, les anastomoses du grand sympathique, aussi nombreuses, aussi volumineuses et aussi complètes que chez pas un mammifère, n'en existent pas moins avec les cordons inférieurs, et souvent à plusieurs lignes, au-delà de leur embranchement avec les autres.

§ III. *Mécanisme de la contraction musculaire.* Le mécanisme de la disposition du nerf dans le muscle est maintenant assez bien connu pour que l'on ait pu saisir un rapport entre ce mécanisme et l'acte même de la contraction. « Si, disent

» MM. Prevost et Dumas, l'on examine un nerf à son » entrée dans le muscle, et qu'on le suive attentivement, on le verra se ramifier d'abord d'une » manière peu régulière en apparence, si ce n'est » toutefois qu'on s'apercevra d'une tendance marquée dans les rameaux à se diriger perpendiculairement aux fibres musculaires. Cette observation » peut se faire aisément sur tous les muscles, ceux » du bœuf, du chat, etc. Mais elle exige dans ce » cas des précautions d'éclairement qui la rendent » pénible et fatigante. Il est, au contraire, très-aisé » de la répéter sur les muscles minces de la grenouille.... Après avoir ainsi poursuivi l'une des » branches nerveuses aussi loin que le permettent » l'observation à l'œil nu et celle qu'on peut faire à » l'aide d'une loupe, il devient aisé de fixer le point » auquel on a été forcé de s'arrêter et de continuer » l'examen en s'armant de grossissements plus forts. » Il peut se présenter deux cas, ou bien le nerf se » dirige parallèlement aux fibres, ou bien sa marche les coupe à angle droit. Dans l'un et l'autre, » il montre, au moyen d'un grossissement de deux » ou trois cents diamètres, un aspect tout particulier, qui ne permet pas de le confondre avec aucune autre partie du muscle. En effet, à mesure » que le nerf arrive ainsi à ses dernières ramifications, il s'élargit, et ses fibres secondaires se séparent, s'étalent précisément comme dans le cas où » il a été dépouillé de son névrilemme. Ce petit

» tronc nerveux offre alors l'aspect d'une nappe
» fibreuse dont on voit se séparer de temps à au-
» tre quelques filets qui se jettent dans le mus-
» cle perpendiculairement à ses propres fibres.
» Mais ici il arrive plusieurs circonstances qui mè-
» nent toutes au même résultat, bien qu'elles soient
» fort différentes entre elles. Tantôt ce sont deux
» troncs nerveux parallèles aux fibres du muscle
» qui cheminent à quelque distance l'un de l'autre,
» et se transmettent mutuellement de petits filets
» traversant à angle droit l'espace musculaire qui
» les sépare. Tantôt le tronc nerveux est déjà lui-
» même perpendiculaire aux fibres du muscle, et
» les filets qu'il fournit s'épanouissent en conservant
» cette direction, parcourent l'organe et reviennent
» sur eux-mêmes en forme d'anse. Mais, dans tous les
» cas, il y a deux conditions constantes : la première
» c'est que les dernières ramifications nerveuse ses
» dirigent parallèlement entre elles et perpendicu-
» lairement aux fibres du muscle; la seconde, c'est
» qu'elles retournent dans le tronc qui les a four-
» nies, ou bien qu'elles vont s'anostomoser dans un
» tronc voisin. Mais, dans tous les cas, il paraît
» bien qu'elles n'ont pas de terminaison, et que
» leurs rapports sont les mêmes que ceux des vais-
» seaux sanguins. »

D'après cette description, chaque fibre muscu-
laire se trouve donc avoir sur sa direction deux sé-

ries d'anses nerveuses collatérales. Et comme les auteurs cités ont vu que les flexions de la fibre se faisaient vis-à-vis de ces anses nerveuses, ils en concluent que très-probablement ce sont les nerfs qui se rapprochent et déterminent ainsi le phénomène de la contraction, puisque de la quantité de leur rapprochement dépend alors la grandeur de l'angle de flexion de la fibre, et par conséquent le degré de raccourcissement de celle-ci.

D'après ces idées, le nerf serait à la fois moteur et mobile, et le muscle essentiellement inerte ne représenterait qu'une corde de tirage, qu'un levier flexible angulairement, et sollicité en différentes directions contraires, perpendiculaires à sa longueur. Chaque fibre devrait donc avoir une double série de nerfs collatéraux. Et la quantité de son raccourcissement dépendrait et du nombre et de l'amptitude des angles de flexion, sur une longueur déterminée.

Cela étant, on conçoit, indépendamment des changements dans la flexibilité de la fibre, changements résultants de l'atrophie sénile, la diminution de contractilité qu'amène la veillesse. Car, ainsi que nous l'avons démontré (1er Mém. *de l'état du système nerveux*, etc.), le système nerveux s'atrophiant dans la vieillesse au point que des rameux d'un quart de ligne de diamètre chez l'adolescent ne peuvent plus que difficilement s'a-

percevoir, on conçoit que ces terminaisons si déliées, inaccessibles à l'œil nu, doivent avoir subi des réductions proportionnelles, et que beaucoup d'entre elles ont dû disparaître. Et comme, par l'effet même du marasme sénile, les fibres plus sèches sont devenues moins flexibles, on voit que par la diminution, tant du nombre des angles de flexion que de l'amplitude des angles restants, le raccourcissement total de la fibre doit se trouver immanquablement réduit d'une quantité souvent considérable. La vitesse des contractions doit être diminuée également par la résistance plus grande de la fibre à se laisser fléchir à cause de sa rigidité augmentée d'une part, et à cause de la diminution de l'énergie de ses moteurs, de l'autre.

Tout en admettant les faits et les rapports précédents déduits d'observations faites dans des mammifères et des batraciens, où les nerfs musculaires ont cet excès de volume dont nous avons parlé, cependant nous ne pouvons nous empêcher d'observer que dans la plupart des poissons pneumatophores, et surtout dans les lamproies (tout dépourvues qu'elles sont de vessie aérienne), l'énorme petitesse des nerfs spinaux, et surtout la disposition isolée des fibres musculaires en lames ou cloisons, que séparent des cavités baignées d'une sorte de fluide oléagineux, ne permet guère de concevoir que, non-seulement chaque fibre, mais chaque lame musculaire, soit flanquée

collatéralement d'une double série d'anses nerveuses. La ténuité des nerfs est même telle qu'à peine l'imagination conçoit que chaque lame ou faisceau de fibres, soit traversée dans un seul point de son épaisseur ou de sa longueur par un filament invisible. Il est donc probable que dans ces animaux, où les mouvements, et par conséquent les raccourcissements des fibres, offrent tant de vigueur et de vitesse, le phénomène dépend d'une propriété inhérente à la fibre musculaire même, propriété susceptible d'être mise en jeu par la moindre excitation nerveuse. Et cette observation s'applique à plus forte raison aux muscles du cœur, où l'on n'a pas encore clairement démontré qu'il se rende de filets nerveux.

Nysten a démontré que dans les paralysies la cause de l'interruption des phénomènes du mouvement est exclusivement bornée aux organes cérébro-spinaux; car, en galvanisant après la mort les nerfs des membres paralysés, il a obtenu des contractions aussi intenses que du côté sain. Dans les paralysies, la fibre musculaire conserve donc sa contractilité, et le nerf sa conductibilité. Et, en effet, lors même que l'influence du système cérébro-spinal sur les nerfs, et par les nerfs sur les muscles, ne doit plus se rétablir, obtient-on constamment, par l'électricité, des contractions des muscles paralysés.

Il est donc très-probable que la puissance di-

rectement excitatrice réside dans le nerf, mais qu'elle ne peut s'exercer sans l'influence du système cérébro-spinal, ou d'une autre cause déterminante, telle que le galvanisme, une irritation mécanique ou chimique.

Tous les nerfs intercostaux, et ceux qui ont été nommés respirateurs, sont involontaires dans les oiseaux et les mammifères : et cependant l'anatomie la plus fine, la plus minutieuse, n'a pu saisir encore la moindre différence de structure entre eux et les nerfs volontaires.

On a vu que la propriété d'être organes du toucher n'était pas exclusive à des nerfs de certaines paires invariablement déterminées sur la longueur du système. Ainsi, dans l'homme, ces nerfs du toucher proviennent depuis la cinquième paire cervicale jusqu'à la première dorsale. Dans les trigles, chez les poissons, ce sont les trois premiers nerfs cervicaux tout entiers. (Dans les polynèmes, il en est probablement de même.) Dans les oiseaux, il ne paraît y avoir de toucher qu'aux pates; aussi, quoique chez ces animaux, surtout chez les espèces de haut vol, il n'y ait aucune comparaison entre la quantité de mouvement et de masse musculaire répartie entre leurs ailes et leurs membres postérieurs, les nerfs de ces membres sônt constamment plus gros, et cet excès coïncide avec l'existence de cette cavité résultante de l'écartement des deux cordons supérieurs de

leur moelle dans l'intervalle correspondant à ces nerfs. Ce n'est donc pas à la quantité de mouvement que se rapporte cet excès des nerfs des membres postérieurs sur ceux des ailes, mais à la proportion de sensibilité tactile dont jouissent les doigts de leurs pates, qu'effectivement la plupart des oiseaux emploient à saisir les corps. Enfin, chez les singes, les didelphes et les phalangers à queue prenante, les nerfs sacrés et même coccigiens deviennent aussi susceptibles d'exciter un toucher spécial. Chez les chauve-souris, il en est de même pour les nerfs dorsaux épanouis dans la membrane des flancs. Tous les nerfs, depuis le premier jusqu'au dernier, peuvent donc être les organes spéciaux du toucher. Or, quelque part qu'ils acquièrent cette propriété, ils la doivent constamment aux mêmes modifications : 1° *à un excès considérable de volume ; et 2° à l'existence d'un ganglion à la sortie de leurs racines* et des cordons nerveux dans qui elles se prolongent.

Enfin, de même qu'on a vu le nerf pneumogastrique des raies et des squales, l'orbito-maxillaire et l'auditif de plusieurs poissons, exciter les sensations et d'autres phénomènes, sans être continus à la matière même du système cérébro-spinal, mais en communiquant seulement par leurs enveloppes avec les siennes ; de même que dans la lamproie, le plus volumineux des nerfs de l'animal, le pneumo-gastrique, se termine à la manière

ordinaire sur la meninge écartée de la surface de la moelle, d'une quantité égale au tiers du diamètre de celle-ci ; de même dans ce dernier animal, tous les nerfs spinaux participent à cette disposition. *La force en vertu de laquelle le système cérébro-spinal agit sur la contractilité des muscles est donc susceptible, comme la force en vertu de laquelle le même système agit sur les organes des sens et en reçoit les actions, de s'exercer à distance, du siége où elle réside, vers ses conducteurs.* Il semble donc qu'elle tende à se mettre en équilibre aux dernières surfaces du système. Ces faits sont parfaitement d'accord avec les conditions que nous avons vu opérer les accroissements d'action des nerfs optiques et des rétines, dans les animaux où ces parties, en se plissant, reçoivent des accroissements de surface justement en rapport avec les degrés d'énergie des actions en question.

Manquant de données expérimentales et pathologiques sur les propriétés et les influences du grand sympathique, nous ne consacrerons pas un chapitre aux conséquences négatives que donnent les inductions de l'anatomie comparée, contre toutes les suppositions admises jusqu'ici sur les fonctions de ce système. On a déjà, pag. 504, indiqué quelques-unes de ces conséquences ; le lecteur déduira aisément les autres.

FIN.

799

TABLE

DES MATIÈRES

DE LA DEUXIÈME PARTIE.

Suite du LIVRE TROISIÈME.

Chap. III. De la cinquième paire de nerfs. Page 355
1°. Chez les poissons. 361
2°. Dans les reptiles. 382
3°. Chez les oiseaux. 386
4°. Chez les mammifères. 389
Chap. IV. Du nerf acoustique et de l'organe de l'ouïe. 406
1°. De l'organe mécanique de l'audition. *id.*
2°. Nerf acoustique. 419
Dans les poissons. 420
Dans les mammifères. 428
Dans les oiseaux. 527
Chap. V. De la huitième paire ou nerf pneumo-gastrique. 438
Chap. VI. Des nerfs glosso-pharyngien et hypoglosse. 468
1°. Du glosso-pharyngien. *id.*
2°. Du nerf hypoglosse. 472
Chap. VII. Des nerfs spinaux, c'est-à-dire de tous les nerfs postérieurs au quatrième ventricule. 476
Chap. VIII. Du nerf grand sympathique. 501

Chap. IX. Applications des deux livres précédents à la zoologie. Page 515
§ I. Différences chez les poissons. 522
§ II. Différences chez les reptiles. 529
§ III. Chez les oiseaux. 531
§ IV. Chez les mammifères. 532

LIVRE QUATRIÈME.

PHYSIOLOGIE DU SYSTÈME CÉRÉBRO-SPINAL.

Des procédés de recherches en physiologie, et de la distinction des phénomènes, dans le système nerveux. 534
Chap. I. Induction et expériences sur les propriétés de la moelle épinière. 539
Chap. II. Influences et propriétés du lobe du quatrième ventricule. 560
Chap. III. Propriétés et influences du cervelet. 575
Chap. IV. Influences et propriétés des lobes optiq. 590
Chap. V. Influence et propriétés des lobes cérébr. 595

LIVRE CINQUIÈME.

PHYSIOLOGIE DES SYSTÈMES NERVEUX LATÉRAUX.

Distinctions des phénomènes. 638
Chap. Ier. De l'odorat. 644
Chap. II. De la vision. 647
§ I. Phénomènes physiques de la vision. 650
§. II. Phénomènes nerveux de la vision. 666
§ III. Propriétés et influences des nerfs moteurs de l'œil et de l'iris. 690
Chap. III. Influences et propriétés de la cinquième paire. 700

Chap. IV. De l'audition. Page 723
Chap. V. Physiologie du nerf pneumo-gastrique. 735
§ I. Influence de la huitième paire sur la digestion. 737
§ II. Influence de la huitième paire sur la respiration. 743
§ III. Actions spéciales de la huitième paire. 746
Chap. VI. Des mouvements respiratoires et physionomiques de la face et du tronc. 758
Influences et propriétés de la neuvième et de la dixième paires. 768
Chap. VII. Propriétés et influences des nerfs spinaux 770
§ I. Hypothèses sur les fonctions des nerfs spinaux. 771
§ II. Lois suivant lesquelles les propriétés et les phénomènes du mouvement et du sentiment sont distribués dans les nerfs. 775
§ III. Mécanisme de la contraction musculaire. 790

FIN DE LA TABLE.

ERRATA.

Page 13, ligne 19, telle, celle, *lisez* telle est celle.
25, c'est, *lisez* mais.
20, 9, ichtyosaures, *lisez* reptiles.
25, 8, des vertèbres, *lisez* des six dernières vertèbres.
38, 7, risque, *lisez* risquent.
53, 7, par leurs, *lisez* par des.
id. *id.* par tous leurs, *lisez* par des.
78, 21, en avant, avec la face en arrière, *lisez* en avant avec la face, en arrière avec etc.
81, 7, 1° par les deux branches du maxillaire, latéralement, *lisez* par les deux branches du maxillaire latéralement.
87, La note doit être incorporée au texte.
88, 12, formé, *lisez* formée.
99, 22, évident, dans un même plan, que, *lisez* évident que, dans un même plan.
100, 12, extrémités du cerveau, *lisez* extrémités postérieures du cerveau.
id. 21, qu'elles renferment, *lisez* qu'ils renferment.
125, 29, perdent ces tuniques, *lisez* perdent les deux autres tuniques.
136, 4, ens correspondant, *lisez* sens correspondant.
id. 11, des cavités, *lisez* de cavités.
139, 11, ces animaux, *lisez* les animaux.
143, 3, les deux, *lisez* les doubles.
144, 1, fermé, *lisez* formé.
148, 20, verticulaire, *lisez* vasculaire.
153, 2, préomine chez, *lisez* préomine dans les lobes optiques chez.
167, 28, qu'il n'y a entre, *lisez* qu'entre.
186, 11, d'assembler, *lisez* assemblait.
193, 15, la plus grande, *lisez* la moindre.

Page 207, ligne 25 continue, *lisez* se continue.
219, 12 et 13, et d'un renflement très-considérable dans celle correspondant, *lisez* et dans celle d'un renflement très-considérable correspondant.
246, 6, que ce même lobe dans, *lisez* que dans.
257, 14, il résulte de ce sillon la, *lisez* ce sillon entraîne la.
269, 29, des cavités, *lisez* de cavités.
282, 3 mais on a vu que cette, *lisez* mais cette.
283, 22, immédiate, *lisez* médiate.
323, 23, taupes. *lisez* coupes.
385, 14, longueur. *lisez* langue.
485, 17, deuxième, *lisez* premier.
502, 6, du ventre et des membres, *lisez* du ventre.
513, 11, morues. *lisez* murènes.
622, 9, du système nerveux, *lisez* de ce système.
637, 9 de la note, indisposition, *lisez* disposition.
638, 4, de prouver. *lisez* d'éprouver.
id. 13, sens, *lisez* des sens.
641, 13, de pointes, de cornes, *lisez* de pointes de corne.
672, 10, les pressions de ces corps, *lisez* la pression de ce corps.
677, 17, déterminent, *lisez* détermine.
696, 3, se fermait par, *lisez* se fermait pour dormir. par.
705, 13, le réciproque, *lisez* la réciproque.
711, 16, dans les, *lisez* dans des.
id. 22, et des cavités, *lisez* en des cavités.
715, Il ne doit pas y avoir d'alinéa à la ligne 14.
718, 2, s'obstine, contre, *lisez* s'obstine contre.
id. 9, 7°, *lisez* 6°, et corrigez en conséquence les numéros des paragr. suiv.
720, 7, branches, *lisez* branchies.
id. 16, branchies, *lisez* bronches.

